水中施肥に関する研究—I.

窒素源添加培養によるマクサの窒素成分の変化*

山田信夫

(1961年9月7日受理)

STUDIES ON THE MANURE FOR SEAWEED—I.

ON THE CHANGE OF NITROGENOUS COMPONENT OF *GELIDIUM AMANSII* Lmx. CULTURED WITH DIFFERENT NITROGEN SOURCES

Nobuo YAMADA**

The manure effects of four N-compounds, NH_4NO_3, $NaNO_3$, $NaNO_2$, and $CO(NH_2)_2$, for *Gelidium amansii* which was cultured in the sea water added various quantities of these compounds (2, 5, 10 ppm in N-content) were comparatively examined.

1. Maximum increases in the contents of total-N and protein-N were found in the plants cultured in the sea water containing 5 ppm as NH_4NO_3-N. Now it is judged by the writer that NH_4NO_3 is the best as the manure of *Gelidium amansii*. The plants, however, were injured in the sea water containing more than 10 ppm as NH_4NO_3-N.

2. Since some increases in two forms of nitrogen of the plants were found by the addition of $NaNO_3$ to culture sea water, this N-compound may be effective as the manure.

3. Since $NaNO_2$ was hardly absorbed into the plants or even if it was absorbed it did not reduce in the plants, it is not effective as the manure.

4. $CO(NH_2)_2$ gave some effect to the nitrogen contents, and the plants were injured in the sea water containing 10 ppm as $CO(NH_2)_2$-N.

アサクサノリやフノリ[1]に対する水中施肥は古くから行なわれており，アサクサノリでは施肥に必要な肥料とそれらの量的関係を知るための研究[2)-8)]や，窒素代謝についての生化学的な研究[9),10)]が行なわれている。一方，比較的深い海域に生育するコンブへの施肥[11)]とそれらについての基礎的研究[12),13)]や，テングサへの施肥[14)]も行なわれ，相当の効果のあつたことが報告されている。また伊豆半島の二，三のテングサ漁場でも数年前に施肥が行なわれたということを聞くが[15)]，施肥効果はたしかめられてはいないようである。現在でもテングサへの施肥は，テングサの増産に対する地元漁民の強い要望の1つになつているが，テングサの吸収する肥料などに関する基礎的研究は全く見られない。

著者はテングサへの施肥を行なうにあたり，まずどのような肥料，とくに窒素肥料をどのくらいの量与えたら良いかを知るため，数種類の窒素源をそれぞれ添加した海水中にテングサを浸漬培養し，そのときのテングサの窒素成分の変化を調べた。

本文に入るに先立ち，終始御指導をいただき，御校閲をいただいた東海区水産研究所須藤俊造博士に衷心より感謝する。なお，この研究の発表の機会を与えられた静岡県水産試験場安藤精治場長，同五十嵐正治伊豆分場長，この研究に協力された伊豆分場職員に深く感謝する。

実験の部

試料と実験方法

試料として用いたマクサ (*Gelidium amansii* Lmx.) は，1960年1月18日静岡県下田町白浜地先の水

* 静岡県水産試験場伊豆分場業績
** 静岡県水産試験場伊豆分場 (Izu Branch, Shizuoka Pref. Fish. Exper. St., Shimoda).

深約 10m のところで，マンガ法によつて採取したもので，採取後直ちに海水を満した容器に入れて直射光線のあたらないようにして持ち帰り，採取後1時間以内に実験に供した。すなわち，この試料約 12～3g (約 2.5g のものを5株) を 8l 容のガラス水槽に沪過海水 7l と所定の量の窒素源 (N として 2, 5, 10 ppm) を加えたものに入れ，air-stone を用いて充分に通気した。試料は根本を糸でしばり，水面上に浮かないように小石を結びつけたが，通気によつて草体全体が静かにゆれ動く程度に空気を調節した。これらの水槽は直射光線のあたらないところにおき，さらに水温の変化を防ぐため水槽の周囲に海水を流した。実験中の水槽内の水温は 13.5～14.5℃ であつた。1日目と3日目，5日目には試料を1株づつ採取し，1日目と3日目には海水を交換すると同時に窒素源を所定の濃度だけ添加した。採取試料は充分に蒸留水で水洗後，60℃ で3時間乾燥，秤量したのち分析に供した。

窒素成分の定量方法

全窒素は micro-Kjieldahl 法により定量した。また蛋白態窒素は乾燥後細断した試料約 200mg を精秤して三角フラスコに入れ，蒸留水 50cc を加えて静かに 20 分間沸騰させたのち 10% 三塩化醋酸 10cc を加え，さらに 10 分間加熱，冷却後沪過して沪紙とともに micro-Kjieldahl 法により定量した。非蛋白態窒素量は全窒素量から蛋白態窒素量を差し引いて求めた。

実験結果と考察

まず sampling による誤差を検討するため，同じ日に，同じ場所から採取した5つの試料について，窒素成分を定量した。おのおのの試料は1株約 2.5g のもので，いずれも外観上同じようなものを用いた。

この結果を Table 1 に示した。この結果から，Sample 2 では全窒素量が 2.19% とやや他のものに比べて低い値を示しているが，全体的にみて sampling による誤差は比較的少ないということができよう。

Table 1. The individual variation of nitrogenous components of *Gelidium amansii* in a collection from a natural bed.

Sample	Total-N %	Prot.-N %	Nonprot.-N %
1	2.38	1.55	0.83
2	2.19	1.50	0.69
3	2.41	1.51	0.90
4	2.33	1.55	0.78
5	2.39	1.55	0.84
Aver.	2.34	1.53	0.81

次に4種類の異なつた形態の窒素源を添加したときに得られた窒素成分の変化を Table 2 に示した。これらの結果をおのおのの窒素形態についてみてみよう。

1) NH_4NO_3 区

いずれの窒素成分も対照区にくらべて増加している。すなわち，全窒素量の変化をみると，5ppm では3日目で最高の値を示し，対照区に比べて約30% の増加がみられた。5日目ではやや減少するが，それでも 20% ほどの増加がみられた。蛋白態窒素量は，1日目ではわずかに対照区に比べて増加しているに過ぎないが，3日目，5日目になると 20～40% の増加が認められた。添加した窒素濃度の変化に伴なう窒素成分の変化をみると，全窒素，蛋白態窒素量の両者においては正の相関関係がみられ，5ppm ではもつとも増加量が多くなつている。非蛋白態窒素量は添加濃度が増加するにしたがつて多くなつている。

このように NH_4NO_3 では，全窒素量ならびに蛋白態窒素量の増加が著しく大である。しかし1日目では 20% もの全窒素量の増加はあつても，わずかに 3～6% の蛋白態窒素量がみられただけで，ほとんどが非蛋白態窒素となつて表われ，1日目から3日目にかけてはじめて著しい量の蛋白態窒素が増加している。

アサクサノリなどの海藻が NH_4^+-N を吸収したとき，グルタミン酸のごときアミノ酸を経て蛋白質に変わるものと考えられているが，同じ NH_4NO_3 を用いてアサクサノリで行なわれた実験結果[9] をみても，グルタミン酸の生成が尿素や $NaNO_3$ に比べて遅いことが知られているので，テングサの場合もアサクサノリと同じように代謝が比較的かんまんに行なわれているのではないかと考えられる。また添加量が 5ppm のと

Table 2. The change of total-N, protein-N and nonprotein-N contents of *Gelidium amansii* cultured with different nitrogen sources during 5 days.

3) \ 1) \ 2)		Control	NH_4NO_3			$NaNO_3$			$NaNO_2$			$CO(NH_2)_2$		
			2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10
		%			%			%			%			%
0	Total-N	2.34												
	Prot.-N	1.53												
	Non.-Prot.-N	0.81												
1	Total-N	2.38	2.56	2.87	2.89	2.45	2.45	2.59	2.28	2.30	2.36	2.74	2.66	2.55
	Prot.-N	1.55	1.64	1.64	1.60	1.75	1.61	1.80	1.70	1.77	1.76	1.83	1.52	1.51
	Non.-Prot.-N	0.83	0.92	1.23	1.29	0.70	0.84	0.79	0.58	0.53	0.60	0.91	1.14	1.04
3	Total-N	2.33	2.72	3.05	3.00	2.50	2.59	2.65	2.32	2.31	2.36	2.40	2.59	2.45
	Prot.-N	1.45	1.82	2.08	1.75	1.70	1.67	1.85	1.59	1.80	1.63	1.59	1.67	1.42
	Non.-Prot.-N	0.88	0.90	0.97	1.25	0.80	0.92	0.80	0.73	0.51	0.73	0.81	0.92	1.03
5	Total-N	2.35	2.81	2.96	2.93	2.43	2.51	2.33	2.37	2.45	2.60	2.46	2.66	2.48
	Prot.-N	1.38	1.74	1.82	1.71	1.62	1.58	1.66	1.53	1.82	1.82	1.53	1.66	1.29
	Non.-Prot.-N	0.97	1.07	1.14	1.22	0.81	0.93	0.67	0.84	0.63	0.78	0.93	1.00	1.19

1) N source added
2) Concentration of added N (ppm in culture media)
3) Duration of culture (days)

きに全窒素と蛋白態窒素の増加量がもつとも大きくなるので，5ppm が蛋白質を増加させるための最適濃度と考えられるが，10ppm になると非蛋白態窒素の量が増加し，全窒素や蛋白態窒素の増加量が少なくなる。これは遊離アンモニヤが葉体内に蓄積され，代謝が阻害されるためではなかろうか。

2) $NaNO_3$ 区

全窒素，蛋白態窒素量ともに NH_4NO_3 区ほどの著しい量の増加はみられないが，対照区にくらべていずれも増加している。すなわち全窒素量は NH_4NO_3 区とほぼ同じように3日目までは添加した窒素濃度の増加とともに増えているが，5日目になると 5ppm で最高の値が，10ppm で最少の値がみられた。蛋白態窒素量もほぼ全窒素量と同じような傾向で変化しているが，培養の全期間を通じて 10ppm を添加したときにもつとも増加量が多くなつていた。非蛋白態窒素量は 5ppm を添加したときには対照区とほぼ同じ値が得られたが，2, 10ppm の添加ではいずれも低い値が測定されている。

このように全窒素量と蛋白態窒素量のいずれもが対照区に比べて増加しており，吸収された NO_3'-N が NO_2'-N を経て NH_4^+-N に還元され，前記の代謝系に入つたものと考えられる。しかし NH_4NO_3 区と異なつて全窒素の増加量より蛋白態窒素の増加量のほうが多くなつていたが，Kjieldahl 法による窒素定量法では NO_3'-N や NO_2'-N は充分に定量されないから，ここで得られた全窒素量と非蛋白態窒素量は見掛けの値と考えねばなるまい。

3) $NaNO_2$ 区

全窒素量の変化をみると前二区と全く異なつた傾向がみられた。すなわち 1, 3 日目では対照区に比べてやや低い値を示し，5日目になつてやや高い値を示している。蛋白態窒素量は前2区と同じように対照区に比べていずれも増加しており，全期間を通じて 5ppm の添加のときに最大の増加量を示している。非蛋白態窒素量は対照区に比べていずれも低い値が得られている。

このように $NaNO_2$ 区では，全窒素量は対照区に比べて減少しているにもかかわらず，蛋白態窒素量の増加がかなり認められた。アサクサノリで行なつた同様な実験結果[10]をみると NO_2'-N として葉体中に測定される量は全くないが，吸収されたのち直ちに還元されて全窒素量を増加させるという。テングサでももし

NO_2'-N が吸収されて還元されたならば全窒素量の増加となつて表われるであろうが，むしろ対照区より減少していることから考えて，テングサは NO_2'-N を吸収しないか，あるいは吸収したとしても生体内で NO_2'-N を還元しないのではないかと考えられる。3日目までの蛋白態窒素量の増加は，非蛋白態窒素から変わつたものと考えられるが，5日目にみられた全窒素量と蛋白態窒素量の増加は，培養液中の NO_2'-N が NH_4^+-N に還元されていたので[16]，これが吸収され蛋白態窒素に変わつたのであろう。

4) 尿 素 区

全窒素量は対照区に比べていずれも増加しており，1日目の増加量が 3，5 日目のそれらに比べて高い値を示している。蛋白態窒素量をみると 10 ppm を添加したものでは減少しているが，2，5 ppm の添加では 5 ppm の1日目を除いていずれも増加している。非蛋白態窒素も一部を除いては増加している。添加した尿素態窒素の濃度とおのおのの成分の増加量との関係をみると，全窒素量，蛋白態窒素量ともに1日目では 2 ppm で，3，5 日目では 5 ppm で最高の値を示し，NH_4NO_3 区と同じように両者の変化に正の相関関係がみられた。

以上のように尿素区でみられた特長的なことは，10 ppm の添加濃度において蛋白態窒素量が対照区に比べて減少していることである。これは薬害作用によるものとも考えられるが，比較的低濃度でみられたことでもあり，今後さらに実験を進めねばならない問題と考えられる。

以上おのおのの窒素形態について考察を加えてみたが，一般に水中施肥で要求されることは，施肥方法は別問題として，肥料分ができるかぎり低濃度で速やかに吸収され，しかも吸収された肥料が窒素肥料の場合には，それが蛋白態窒素に変わり得ることであろうと考えられる。また，これは施肥方法とも関係のあることであるが，伊豆半島で実際に窒素肥料による薬害を生じた例がある[15]ということであるから，低濃度でも薬害を生じない肥料を施すよう考慮せねばならない。

このような観点から以上の実験結果をみると，$NaNO_2$ はテングサによつて吸収されず，尿素は比較的低濃度でも薬害が考えられたので，いちおう現段階ではテングサへの肥料としては除いておいたほうが良いように思われる。NH_4NO_3 と $NaNO_3$ はその代謝機構や代謝速度に違いがあるが，前記の条件をほぼ有しているので，テングサへの肥料として考えて良いであろう。しかし両者を比較するとき，全窒素と蛋白態窒素の増加量がもつとも大きい NH_4NO_3 をテングサへの肥料として選んだほうが良いであろう。

要　　約

テングサへの施肥を行なうにあたり，どのような窒素肥料をどのくらいの量を与えたら良いかを知るためテングサを4種類の異なつた形態の窒素源（N として 2，5，10 ppm）を添加した海水中におのおの培養して，そのときの全窒素，蛋白態窒素含量を定量し，非蛋白態窒素含量の変化を測定した。

1) NH_4NO_3 区では全窒素量と蛋白態窒素量の増加が他の形態の窒素源に比べてもつとも大きく，5 ppm という比較的低濃度の窒素を添加したとき最大の増加量を示すことがわかつたので，この実験の範囲内ではテングサへの肥料としてもつとも適していると考えられる。しかし 10 ppm 以上になると薬害作用がうかがわれたので，実際の施肥にあたつて留意する必要があろう。

2) $NaNO_3$ 区も全窒素量と蛋白態窒素量の増加がみられたので，これもテングサへの肥料として考えて良いであろう。このときの蛋白態窒素量の増加は，10 ppm の範囲内では添加濃度の増加とともに大きくなつた。

3) $NaNO_2$ はテングサによつて全く吸収されないか，あるいは吸収されたとしても生体的で還元されないので，テングサへの肥料としては適さないことがわかつた。しかし蛋白態窒素の増加がみられたが，これは非蛋白態窒素から変化したものと考えられる。

4) 尿素区では全窒素，蛋白態窒素含量の増加は見られたが不顕著で，10 ppm という低濃度の添加でも薬害作用のあることがうかがわれたので，テングサへの肥料として除いたほうが良いであろう。しかし薬害

については今後さらに研究されねばならない問題と考えられる。

文　　献

1) 三好　勝: 水産増殖, **5** (1), (1957).
2) 野沢恰治: 水産増殖, **1** (1), (1953).
3) 野沢恰治: 水産増殖. **7** (2). (1959).
4) 佐野　孝: 東北海区水研報告, No. 4, 256 (1955).
5) 佐野　孝: 東北海区水研報告. No. 5, 64 (1955).
6) 武居　薫, 他: 農林省水産講習所研究報告. **8** (2), (1959).
7) 太田扶桑男: 熊本県水試事業報告書. 昭和 25～27 年度, 80 (1959).
8) 上妻復興, 他: 瀬戸内海海苔研究集報 No. **2**, 151 (1959).
9) 佐藤孜郎, 他: 本誌, **25**, 661 (1959).
10) 伊藤啓二, 他: 本誌, **26**, 938 (1960).
11) 曽呈奎, 他: 植物学報, **4** (2), (1955).
12) 長谷川由雄, 他: 北水試月報, **17**, 461 (1960).
13) 長谷川由雄, 他: 北水試月報, **17**, 475 (1960).
14) 三好　勝: 水産増殖, **6** (1), (1958).
15) 静岡県田方郡小下田組合長　山本徳平氏談.
16) 山田信矢: 未発表.

トビゴイに関する研究—Ⅳ.

試験魚群に加えられた少数のやや大きい個体群の影響および飼育密度の影響について

中村中六・笠原正五郎

(1961 年 9 月 8 日受理)

A STUDY ON THE PHENOMENON OF THE TOBI-KOI OR SHOOT CARP—IV. EFFECTS OF ADDING A SMALL NUMBER OF LARGER INDIVIDUALS TO THE EXPERIMENTAL BATCHES OF CARP FRY AND OF CULTURE DENSITY UPON THE OCCURRENCE OF SHOOT CARP

Nakaroku Nakamura and Shôgorô Kasahara*

The authors have ecologically studied the phenomenon of the so-called Tobi-koi or shoot carp and made clear the following facts in their three reports published: (1) The shoot carp appear at very early stages of growth in which carp fry begin to feed on cladocerans. (2) With an insufficient amount of food and with food of particles of various sizes the shoot carp occur more conspicuously than to the contrary. (3) In batch of carp from which the shoot carp have been removed new shoot ones can appear again. And, (4) the shoot carp do not occur when carp fry are cultured in individual vessels and given a sufficient amount of food, that is, when there is no competition for food among them.

In the present report the authors consider results of culture in which a batch of carp fry is supplied with a little larger individuals and influence of the relation between culture density and amount of food upon the occurrence of shoot carp. The following results were obtained;

(1) When experimental batches of carp fry are reared after 5 or 10% of a little larger individuals are added to them, the added larger individuals show a faster growth and take the form of shoot carp. The original experimental animals grow evenly and the shoot carp do not appear among them.

(2) Carp fry were reared with various densities. If the amount of food are varied proportionally with the culture density, there is little difference in the occurrence of shoot carp among the experimental batches. But when the amount of food is the same in all the experimental batches and thus the space and amount of food available for an animal are varied with the culture density, the occurrence of shoot carp is much more remarkable with the higher densities, i. e., with the smaller amount of food available for an individual, than to the contrary.

いわゆるトビゴイの現象について，著者らはこれを生態学的に解析して，主として仔魚・稚魚期における摂餌に対する競争によつて現象的には個体間に優劣が生じ，その優者が多量の餌料をとることによつて他と異なつた成長度を示し，ここにトビが現われるものであろうと考えている。そして，トビが生後間もなくミジンコをとるようになる極めて初期に，早くも現われ始めるものであること，餌料の量が少ないほど，そしてその粒子組成が大小不揃いであるほどよくトビが出ること，一度トビが出た群よりトビの個体群を抜いてモードばかりの個体群を飼育しても，その後の摂餌成長によつて再びトビが出現すること，これと反対に，

* 東京大学農学部付属水産実験所 (Fish. Lab., Fac. Agr., Tokyo Univ. Aichi, Jayan).

始めから魚を1尾づつ個別に飼育して，無競争においた場合はまつたくトビが出ないことなどを前数報[1,2,3]において報告した。

今回は一群のコイ稚魚を飼育するに当たつて，それより魚体がやや大きい個体群を少数加えることによつて，それらが常に他の多数をおさえ，急速な成長をとげてトビのような形となり，元の個体群のほうからはトビが出にくいであろうとの想定の下に行なつた実験の結果と，飼育密度の差異によつてトビの出方がいかになるかを見た実験の結果について報告する。種々御助言を賜わつた大島泰雄教授に感謝する。

実験方法

少数のやや大きい個体群を加える実験では，1956年5月18日ふ化のコイ仔魚（1組の親より出た卵より）を用い，5月30日，31日に体長約7mmのもので400尾の組を2つ，440尾の組を1つ作つた。他方，5月8日にふ化してすでに10.2～13.5 mmになつていたコイ稚魚を第1組に20尾，すなわち全数の5%，第2組に40尾すなわち10%加え，440尾の組を対照としてそれぞれ1坪の池に入れ，ミジンコ，ボーフラなど大小雑多な餌料を与えて20日間飼育した。この場合，加えた大きいものはすべて尾鰭の末端をハサミで切つて標識としておいた。

さらに1960年6月14日より1カ月間同様な趣旨の実験を繰り返えしたが，この場合，大形の個体群としては，ヒゴイの後期仔魚，体長9～11 mmのものを10%加えて，元の個体群との区別を容易にした。

密度の影響に関する実験としては，ふ化後数日，卵黄がようやく吸収されようとしている仔魚を1坪池に400, 800, 1200 (1600)*の割に放養し，餌料としては始めミジンコ，途中よりミジンコ，赤ボーフラ，ボーフラなどの混じたものを与えたが，その量は魚の数に比例して，1 : 2 : 3 (4) の割にした組と，量の割合を1 : 1 : 1にして与えた組を作つた。前者の組では魚1尾宛に対する生息面積については，1 : 1/2 : 1/3(1/4)になつているものであり，そこに発生する天然餌料を考えに入れれば，それもその割になつているはずであるが，与える餌料の量はいちおう等量宛となるわけであるのに反して，後者の組では面積，餌料とも1尾当りの量が1 : 1/2 : 1/3(1/4)の割になつているわけである。

実験は1956,'57,'58,'60年にわたり数回繰り返えして行なつたが，毎回の飼育期間は2～4週間であつた。

実験結果および考察

1. やや大きい個体群を加えた場合の実験結果

1956年の結果を示すと，Fig. 1. Aのようで，対照区はS_k** = +2.35となつて，著しくトビが出ているのに，約7 mmの実験個体群に対し，11 mm前後のものを5%だけ加えたほうではその20尾が全部29～37 mmと成長し，実験個体群の400尾は337尾（84.5%）が残つて，図中実線（黒丸）のような大きさになつているが，比較的よく揃つてトビが出ていない（S_k = +0.40)。ただし，大きい20尾を加えて計算するとS_k = +2.79となつていて，対照区に近い。

このほうは，加えた20尾のものが標識も明らかで，体長分布曲線のうえでも実験個体群とはつきり分れていて問題はないのであるが，他の10%加えた分では，加えた40尾のうち，一部のものの標識が不明となつていて，生残率もはつきりせず，体長分布曲線でも実験群のなかの大きなものと，あるいは重なつているかも知れない恐れもあつて，いささか不明瞭であるが，実験個体群のほうはFig. 1. A中の実線（白丸）のように，著しいトビは出ていないことが判る。

さらに，1960年に10%だけ加えて行なつた実験では，加えたやや大きいヒゴイは，その体色の点で実験個体群とはつきり区別でき，Fig. 1. Bの点線のように成長しているのに，実験個体群のほうは同図中実線のようにただ1尾16 mmのものが出ているのみで，他はよく揃つており（S_k = +1.45，その1尾を除いた場合のS_k = +0.01)，トビの出現はほとんどおさえられていることが判る。この場合，ヒゴイを含めて計算

---

* 密度比を1:2:3とした場合と1:2:4とした場合とある。

** 歪度: $S_k = \frac{1}{\sigma^3} \cdot \frac{1}{N} \cdot \sum f_i (x_i - \bar{x})^3$

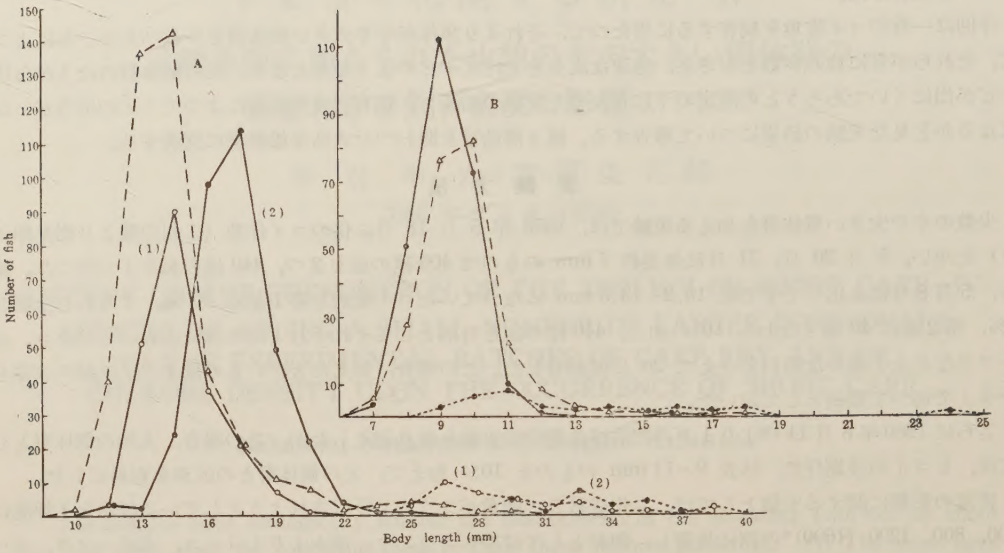


Fig. 1. Body length distribution of batches of carp fry when a small number of larger individuals are added.
A: The experiment carried out in 1956. B: Exp. in 1960.
Broken line: Control batches. $S_k = +2.35$ (A), $S_k = +3.24$ (B).
Solid line: Experimental batches. A-(1): Batch to which 10% in number of larger individuals are added. A-(2): 5%. $S_k = +0.40$. B: 10%.
Dotted line: Larger individuals added.

すると $S_k = +3.21$ とななつて，対照区の $S_k = +3.24$ とほとんど等しくなる。

このように，コイ仔魚の群にそれよりやや大きい少数の個体群を加えて飼育すると，それらが急速に成長してトビのような形となり，元の実験個体群のほうは比較的揃つて成長してトビは出にくいものであることが判る。

加えた個体群の成長が実験個体群のそれより著しいことは，たとえば，1956 年の実験の 5% 加えた組における実験個体群は，その平均値で 6.82mm より 17.26mm となり，成長割合は 153% であるのに，加えられた個体群は 10.95mm より 32.65mm となり，198% の成長割合を示していることで明らかである。

もちろん，この差は加えられる個体群の大きさと，実験個体群のそれとの始めの大きさの差異に関係するもので，1960 年の実験ではそれが小さかつたために 30 日後の成長でも大きな差はなく，この点がまた実験個体群内で1尾のトビが出ているという結果と関係があるものと思われる。

2. 密度の影響に関する実験

3カ年にわたる5回の結果をまとめると Table 1 のようであり，さらに密度と S_k との関係を見ると，Fig. 2 のようになる。

これによつて見ると，まず飼育面積に対する密度のみを異にし，1尾当たりの餌料の量は同じ割合になつている A の組では，1956, '57, '58 年の合計5回にわたる実験において，だいたい何れも同じようにトビが出ていて，S_k の値で見ても大きな差が見られない（ただ 1958 年の第 2 回目の実験の一番高密度のものが異常に大きい S_k を示している)。

これに反して，面積も餌料もともに，1 : 1/2 : 1/3(1/4) になつている B の組では，1958 年および '60 年の3回の実験でだいたい高密度のものほど大きい S_k を示して，トビの現象の著しいことが見られる。

Table 1. Skewness (S_k) of the body length distribution in batches of carp fry cultured in different densities.

Section of Exp.	Date of Exp.	Number of fish accomodated	Number of fish survived	Survival rate (%)	Body length			S_k
					R (mm)	m (mm)	s	
A	1956 V-21～VI-15	400	353	88.3	10.0-27.0	14.373	2.239	2.032
		800	523	65.4	10.0-25.0	14.879	2.348	1.527
		1600	1133	75.5	9.5-28.0	13.290	2.641	2.254
	1957 V-2～VI-3	400	—	—	—	—	—	—
		800	216	27.0	7.9-19.2	10.711	2.059	1.827
		1600	235	14.7	7.0-20.9	10.357	2.516	1.445
	1957 VI-5～VI-26	400	202	50.5	7.0-22.0	10.653	2.722	1.654
		800	224	28.0	7.0-21.0	9.862	2.584	2.111
		1600	444	27.8	7.0-21.0	10.752	2.610	1.758
	1958 V-17～VI-2	400	322	80.5	6.8-15.7	9.404	1.590	1.575
		800	684	85.5	6.5-18.2	8.920	1.701	1.908
		1200	1073	89.3	6.4-17.1	8.691	1.708	2.008
	1958 VI-11～VI-30	400	354	88.5	8.2-22.3	11.720	1.601	2.042
		800	739	92.4	7.0-21.1	11.190	1.373	1.962
		1200	1095	91.3	7.0-27.1	10.618	1.653	3.781
B	1958 V-17～VI-2	500	410	82.0	6.7-17.1	9.490	1.603	2.120
		1000	535	53.5	6.9-16.4	9.322	1.568	1.874
		2000	760	38.0	6.2-17.2	7.837	1.343	3.349
	1958 VI-11～VI-30	400	366	91.5	8.2-19.2	11.670	1.462	1.530
		800	693	86.6	7.7-21.2	10.061	1.347	3.722
		1200	1022	85.2	7.4-24.1	9.722	1.235	3.763
	1960 VI-14～VII-4	400	280	70.0	7.6-15.2	9.529	1.110	1.079
		800	353	44.1	7.0-25.3	8.926	1.585	5.523
		1200	451	37.6	7.2-24.7	8.942	1.642	5.328

Note. Area of the pond used: 3.3m². R. Range; m: Mean; s: Standard deviation.
A: The quantity of food are proportional to fish density.
B: The quantity of food are equal notwithstanding to fish density.

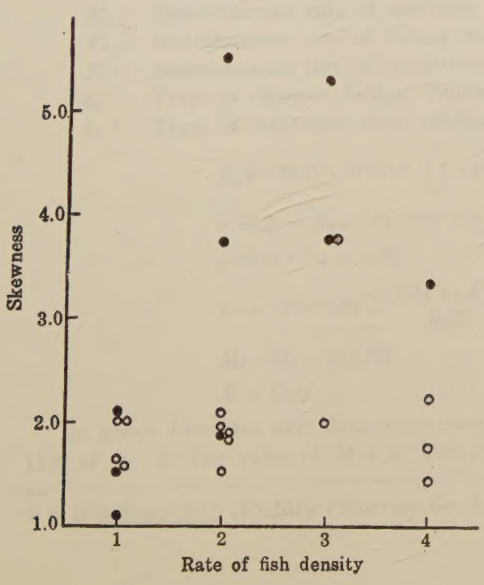


Fig. 2. Relation between culture density and skewness of the body length distribution.
○: A in Table 1, ●: B in Table 1.

すなわち，トビの現象の発現に密度の影響が見られるのは，主として餌料の量に対する密度の相違がある場合，つまり逆にいえば1尾当りの餌料の量が異なる場合にだけ見られると考えることができ，生息面積に対する密度を異にしても，餌料の量をその密度の比にしておけば影響がほとんど見られないのである。

このことは第2報でのべた餌料の量の影響，すなわち，餌料が乏しいほどトビの出方が著しいということと同じく，摂取する餌料に対する個々の魚の間の競争がトビの現象の誘因となるものであるとの考えを裏書きするものであろう。

要　　結

1. コイ稚魚を飼育する場合に，これよりやや大きい個体群を5～10% 加えておくと，それらは他より速かに成長してトビのような形となり，元の個体群のほうは比較的よく揃つて成長してトビは出にくいことを明らかにした。

2. コイ稚魚の密度を変えて飼育する場合，餌料の量をその密度の比に等しい割合で与えると，トビの出方には差異がほとんど認められないが，餌料の量をどの区も同一にして，生息面積も餌料の量もともに密度によつて異なるようにしておくと，密度の高いほど，すなわち個体当たりの餌料の量が少ないほど，トビが著しく出ることが判つた。

文　　献

1) 中村中六・笠原正五郎： 本誌，**21** (2), (1955).
2) 中村中六・笠原正五郎： 本誌，**21** (9), (1956).
3) 中村中六・笠原正五郎： 本誌，**22** (11), (1957).

サケ成魚 (*Oncorhynchus* sp.) の自然死亡係数を推定する一つの試み, ならびにこれに基づく沖取漁業の合理性の検討—I.

シロサケ (*Oncorhynchus keta*) について

田 口 喜 三 郎

(1961 年 9 月 15 日受理)

A TRIAL TO ESTIMATE THE INSTANTANEOUS RATE OF NATURAL MORTALITY OF ADULT SALMON (*Oncorhynchus* sp.) AND THE CONSIDERATION OF RATIONALITY OF OFFSHORE FISHING—I. FOR CHUM SALMON (*Oncorhynchus keta*) 1961

Kisaburo Taguchi*

In order to consider the gillent fisheries operated in the North Pacific from the view point of full utilization of salmon resources, it is necessary to estimate the difference between the increase in weight by the growth of salmon and the decrease in weight by the natural death in the term of migration from offshore to coast.

As to the growth rate, it has been shown in the previous paper, thence an estimate of the instantaneous rate of natural mortality in chum salmon was tried in this paper. And the consideration for the rationality of offshore fishing for chum salmon has been given on the basis of above estimate.

Adopting the symbols as below, the next formulas are given.

R_0 ····Size of mature salmon run in number of fish in offshore waters.
R ····Size of mature salmon run in number of fish in coastal areas.
C ····Catch of offshore fishing.
C_1····Catch of coastal fishing.
M_0····Instantaneous rate of natural mortality.
M_1····Instantaneous rate of mortality by net mark.
F_0····Instantaneous rate of fishing mortality.
F_1····Instantaneous rate of occurrence of net mark.
t_0 ····Term of offshore fishing (Number of day)
t_1 ····Term of migration from offshore to coast.

$$R_0 e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\left[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}=0.15R \quad \cdots\cdots(1)$$

$$0.85R = R_0 e^{-\{M_0(1/2t_0+t_1)+(F_0+F_1)t_0\}} \quad \cdots\cdots(2)$$

$$e^{-(F_0+F_1)t_0}=0.55 \quad \cdots\cdots(3)$$

$$1-e^{-(F_0+F_1)t_0}=\frac{C(F_0+F_1)}{R_0F_0} \quad \cdots\cdots(4)$$

$$M_0+M_1=0.0197 \quad \cdots\cdots(5)$$

$$R=C_1/f \quad \cdots\cdots(6)$$

In above formulas next data were used. 1) Numbers of net marked fishes have occupied 15% of R. 2) The value of M_0+M_1 was given by the results of tagging experiments in which

* 日魯漁業株式会社 (Nichiro Fisheries Co. Ltd., Chiyoda-ku, Tokyo, Japan).

the fishes used for tagging were caught by gillnet. 3) Assuming that R_1 is the size of mature salmon run in the coastal areas when offshore fishing has not exist, the size of R_1 in the case of which the offshore fishing has exist is estimated as shown in Table 3 by the repreduction curve which drawn by the data obtained during 1940 to 1952. As the results of calculation, the value of R/R_1 was estimated at 0.65. Applying $t_0 = t_1 = 50$, and $f = 0.5$ or 0.6, the value of $M_0 \cdot M_1 \cdot F_0$, and F_1 are estimated as shown in Table 2.

Adopting these values for the calculation of the variation in the total weight of chum salmon run, offshore fishing can be considered to be reasonable from the view point of full utilization of chum salmon resources. Because the increase in weight by growth is estimated 52~59 percent for the decrease in weight by natural death.

1. 前　　言

北太平洋の沖合水域で行なわれているサケ・マス流網漁業を，資源有効利用の観点からみる場合，沖合漁場に現われてから遡河するまでの間のサケ・マスの成長による増重と，自然死亡による減量との差を推定することが必要となつている。成長についてはすでに推定値が得られているので[1]，ここでは比較的資料の整備されているシロサケ（*O. keta*）の自然死亡係数について推定を試み，同時にこれを基礎として沖取漁業の合理性について検討を行なつた。

2. 推 定 方 法

ここで用いるそれぞれの量を以下の記号で表わすと，これらは次の各式に示すような関係にあるとみることができる。

R_0····沖合来游量（尾数）　　F_0····沖取漁業の漁獲係数
R ····沿岸来游量（ 〃 ）　　F_1····網傷魚の発生係数
C ····沖取漁獲量（ 〃 ）　　t_0 ····沖取漁業の漁期（日）
C_1····沿岸漁獲量（ 〃 ）　　t_1 ····沖取漁場より沿岸漁場までの回游日数
M_0····自然死亡係数　　f ····沿岸漁業の漁獲率
M_1····網傷による死亡係数　　（係数の単位は1日とする）

F_1 は流網にかかつた魚のはずれる状態を意味し，M_1 は網からはずれた魚が網で受けた傷によつて死亡する状態を意味する。

網傷魚の総数

$$R_0\left[1 - e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}$$

生き残る網傷魚の総数

$$R_0\left[1 - e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}$$

沖取漁業の行なわれている場合の沿岸来游量

$$R = R_0 e^{-(M_0(1/2t_0+t_1)+(F_0+F_1)t_0)} + R_0 e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\left[1 - e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}$$

ここでは魚群が一度漁獲対象とされてから沿岸に回游するまでの期間の死亡をみることとしているが，この期間については，沖取漁業の操業実態が回游する魚群を追跡して漁獲するというよりも一定位置で通過する魚群を漁獲するという形であるところから，操業期間 t_0 日は魚群が漁場に入つてから出ていくまでの時間であり，この間漁場も多少沿岸に向つて移動するため，初期の魚群は漁場を出てから $t_0 + t_1$ 日で，最後の魚群は t_1 日で，魚群全体としては $1/2t_0+t_1$ 日で沿岸に到達するものとしている。したがつて，網傷魚の総数は魚群を追つて操業する場合のように $R_0\left[1 - e^{-(M_0+F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{M_0+F_0+F_1}$ とせず，そのかわりに網傷魚の生き残りについては $e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}$ を用いている。

1957～1958 両年にカムチャッカ西海岸オホーツク一帯の沿岸漁場では，漁獲物の平均 15% 程度が流網による網傷魚であつたと推定される（第2・3回日ソ漁業委員会ソ連側声明）。したがつて，沿岸に到達する来遊量は (1) 式となり，無傷で沿岸に到達する来遊量は (2) 式となる。

$$R_0 e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\left[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}=0.15R \quad \cdots\cdots(1)$$

$$R = R_0 e^{-[M_0(1/2t_0+t_1)+(F_0+F_1)t_0]}+0.15R$$

$$0.85R = R_0 e^{-[M_0(1/2t_0+t_1)+(F_0+F_1)t_0]} \quad \cdots\cdots(2)$$

沖取漁業の行なわれないときの沿岸の来遊量を R_1 とすると，$R_1=R_0 e^{-M_0(1/2t_0+t_1)}$ である。付録 (1) に示すように，沖取漁業の開始によつて沿岸の漁獲は低下し，$R/R_1=0.65$ と推定されるから，

$$R/R_1\times 0.85=\frac{R_0 e^{-[M_0(1/2t_0+t_1)+(F_0+F_1)t_0]}}{R_0 e^{-M_0(1/2t_0+t_1)}}=e^{-(F_0+F_1)t_0}=0.55 \quad \cdots\cdots(3)$$

沖取の漁獲量　$C=R_0\left[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_0}{F_0+F_1}$ $\cdots\cdots(4)$

付録 (2) に示すように 1935～1939 年に行なつた標識放流試験結果から，

$$M_0+M_1=0.0197 \quad \cdots\cdots(5)$$

沿岸来遊量と沿岸漁獲の関係から，

$$R=C_1/f \quad \cdots\cdots(6)$$

沖取漁業のシロサケ成魚に対する漁期はだいたい 50 日ほどである。また沖取漁場を出てからカムチャッカ西海岸・オホーツク・アムール地区へ回游する日数も過去の標識放流試験結果からみて平均 50 日ほどと判断される。したがつて $t_0=t_1=50$ となる。

C_1 および C はそれぞれ漁獲統計に示されている。f は不明であるが，オゼルナヤ河系ベニサケの漁獲率が 1951 年から 1959 年までの9カ年平均では 0.56 であるところから 0.5～0.6 と考えると，(1) から (6) までの式は $M_0\cdot M_1\cdot F_0\cdot F_1$ を求める連立方程式となる。

3. 計　　算

$$R_0 e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\left[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}=0.15R \quad \cdots\cdots(1)$$

$$0.85R = R_0 e^{-[M_0(1/2t_0+t_1)+(F_0+F_1)t_0]} \quad \cdots\cdots(2)$$

$$e^{-(F_0+F_1)t_0}=0.55 \quad \cdots\cdots(3)$$

$$1-e^{-(F_0+F_1)t_0}=\frac{C(F_0+F_1)}{R_0F_0} \quad \cdots\cdots(4)$$

$$M_0+M_1=0.0197 \quad \cdots\cdots(5)$$

$$R=C_1/f \quad \cdots\cdots(6)$$

上記の連立方程式を解くと，

(3) を (4) に入れ　$1-e^{-(F_0+F_1)t_0}=0.45=C(F_0+F_1)/R_0F_0$ $\cdots\cdots(7)$

(3) から　$F_0+F_1=0.01195$ $\cdots\cdots(8)$

(8) を (7) に入れ　$0.01195/R_0F_0=0.45,\quad F_0=0.0266C/R_0$ $\cdots\cdots(9)$

(9) を (8) に入れ　$F_1=0.01195-0.0266C/R_0$ $\cdots\cdots(10)$

(3) を (2) に入れ　$R_0 e^{-M_0(1/2t_0+t_1)}\times 0.55=0.85R,\quad R_0=1.54Re^{75M_0}$ $\cdots\cdots(11)$

(11) を (10) に入れ

$$F_1=0.01195\times 0.0266C/1.54Re^{75M_0}=(0.0184Re^{75M_0}-0.0266C)/1.54Re^{75M_0} \quad \cdots\cdots(12)$$

(3)・(5)・(8)・(11)・(12) を (1) に入れ

$$1.54Re^{75M_0}e^{-0.0197\times 75}\times 0.45(0.0184Re^{75M_0}-0.0266C)/1.54Re^{75M_0}=0.15R\times 0.01195$$

$e^{-0.0197\times75}=0.228$, $e^{75M_0}=E$ とすると,

$$1.54RE\times0.228\times0.45(0.0184RE-0.0266C)=0.00179R\times1.54RE$$

$$0.003RE-0.0042C-0.00276R=0$$

$$E=(4.2C+2.76R)/3R \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(13)$$

カムチャッカ東海岸のシロサケはほとんど沖取漁業の漁獲対象となつていないので，これを除いた西カムチャッカ・オホーツク・アムール・樺太および千島地区の 1957～1959 年 3 カ年平均のシロサケ漁獲を C_1 とすると，これは 27,600 ton である。ソ連沿岸のシロサケの 1 尾平均体重は 3.5kg とみることができるから，これは約 788 万尾となる。したがつて $f=0.5$ なら $R=1576$ 万尾，$f=0.6$ なら $R=1313$ 万尾となる。

沖取漁業の成魚の漁獲 C は 1957～1959 年 3 カ年平均では Table 1 から 34,600 ton と推定される。1 尾平均体重はだいたい 2.0kg と判断できるから，これは 1730 万尾となる。

Table 1. Adult chum salmon catch in offshore waters.
(Three years average from 1957 to 1959)

Year	Mathership fisheries	Land-Based fisheries	Total catches	% of immature*	Catch of adult salmon
1957	21.7	7.9	29.7	18.0	24.4
1958	35.9	19.5	55.5	21.2	43.7
1959	23.8	19.3	43.2	17.4	35.9
Average					34.6

Catch Unit: 1,000 ton

* The percentages of immature caught with mature salmon are shown in reference No. 5.

上に推定した R, C の値を (13) 式に入れて $E=e^{75M_0}$ を求め，さらに M_0 を求めると，

$f=0.5$ なら　　$E=e^{75M_0}=2.456$　　$M_0=0.0119$

$f=0.6$ なら　　$E=e^{75M_0}=2.764$　　$M_0=0.0135$

となる。

4. $M_1\cdot F_0\cdot F_1$ の推定

$f=0.6$ および $f=0.5$ の場合の M_0 が推定されたので，これを基にして $F_0\cdot F_1\cdot M_1$ を求め，さらにこれらの値を用いて沖取漁業の資源利用状態をみると以下のようになる。

$f=0.5$, $M_0=0.0119$ の場合,

$$M_1=0.0197-0.0119=0.0078$$

(11) 式より　　$R_0=1.54Re^{75M_0}$,　$R=1576$,　$e^{75M_0}=2.456$

$$\therefore\quad R_0=1.54\times1576\times2.456=5960.8$$

(10) 式より　　$F_1=0.01195-0.0266C/R_0=0.00423$

(8) 式より　　$F_0=0.01195-0.00423=0.00772$

$f=0.6$, $M_0=0.0135$ の場合,

$$M_1=0.0197-0.0135=0.0062$$

(11) 式より　　$R_0=1.54Re^{75M_0}$,　$R=1313$,　$e^{75M_0}=2.764$

$$\therefore\quad R_0=1.54\times1313\times2.764=5588.86$$

(10) 式より　　$F_1=0.01195\times0.0266C/R_0=0.00372$

(8) 式より　　$F_0=0.01195-0.00372=0.00823$

以上の値を表にすると Table 2 となる。

Table 2. Estimated values of M_0, M_1, F_0 and F_1.

		$f = 0.5$	$f = 0.6$
Instataneous rate of natural mortality	M_0	0.0119	0.0135
Instantaneous rate of mortality by net mark	M_1	0.0078	0.0062
Instantaneous rate of fishing mortality	F_0	0.00772	0.00823
Instantaneous rate of occurrence of net mark	F_1	0.00423	0.00372

Unit of t: day. f: annual rate of fishing in coastal areas.

Table 2 に基づいて沖取漁業の 1957～1959 年当時の資源利用状態を考察すると次のようになる。

1. 沖取漁業は沖合来游群の $[1 - e^{-(F_0+F_1)t_0}] = 0.45$ を流網に罹網させた。

2. このうち $0.45 \times \dfrac{F_0}{F_0+F_1} = 0.29 \cdots\cdots f = 0.5$

$= 0.31 \cdots\cdots f = 0.6$ を漁獲し，

$0.45 \times \dfrac{F_1}{F_0+F_1} = 0.14 \cdots\cdots f = 0.6$

$= 0.16 \cdots\cdots f = 0.5$ を網傷魚にした。

3. 網傷魚は網傷で死亡するもの，回游中に自然死亡するもの，生き残こつて沿岸に達するものの 3 つとなるが，これらは次のようであつた。

$f = 0.5$ の場合，

網傷死亡 $-0.16\left[1 - e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\right]\dfrac{M_1}{M_0+M_1} = 0.16 \times 0.3057 = 0.049$

自然死亡 $-0.16\left[1 - e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\right]\dfrac{M_0}{M_0+M_1} = 0.16 \times 0.466 = 0.074$

生き残り $-0.16e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)} = 0.16 \times 0.228 = 0.037$

$f = 0.6$ の場合，

網傷死亡$\cdots\cdots 0.14 \times 0.243 = 0.034$

自然死亡$\cdots\cdots 0.14 \times 0.528 = 0.074$

生き残り$\cdots\cdots 0.14 \times 0.228 = 0.032$

4. 沖合来游群の 0.55 は網にかからない魚であるが，これは沿岸に到達するまでに $[1 - e^{-M_0(1/2t_0+t_1)}]$ が自然死亡で減少し，$e^{-M_0(1/2t_0+t_1)}$ が到達する。この比率は

$f = 0.5$ なら

$0.55(1 - e^{-0.0119\times75}) = 0.55 \times 0.59 = 0.324$ ……自然死亡

$0.55e^{-0.0119\times75} = 0.55 \times 0.41 = 0.226$ ……生き残り

$f = 0.6$ なら

$0.55(1 - e^{-0.0135\times75}) = 0.55 \times 0.637 = 0.35$ ……自然死亡

$0.55e^{-0.0135\times75} = 0.55 \times 0.363 = 0.20$ ……生き残り

したがつて沿岸の来游量は

$f = 0.5$ なら $R = 0.226 + 0.037 = 0.263$

$f = 0.6$ なら $R = 0.20 + 0.032 = 0.232$

となる。

5. 考　　察

ここでの主な目的は，シロサケの産卵回游時の成長による増量と，自然死亡による減量とを勘案した場合沖取漁業が資源有効利用の観点から合理的といえるかどうかを検討することにある。

初めに，沖合に現われた来游群とこれが沿岸に到達した場合とを重量のうえで比較すると，沖合に現われ

る来游群の重量は R_0W_0 となり，沿岸に到達したときの重量は $R_0e^{-M_0(1/2t_0+t_1)}W_0e^{g(1/2t_0+t_1)}$ となり，両者の差は $R_0W_0[1-e^{-(M_0-g)(1/2t_0+t_1)}]$ となる。

ここでは，

W_0 ‥‥沖合水域での1尾平均体重

W_t ‥‥沿岸に到達したときの1尾平均体重

g ‥‥成長係数

$W_t=W_0e^{gt}$ の関係にあるものとしている。

$g=0.0047$[1] と推定されているので，$t_0=t_1=50$，$M_0=0.0119\sim0.0135$ であれば，

$f=0.5$ なら　$R_0W_0[1-e^{-(M_0-g)(1/2t_0+t_1)}]=0.41R_0W_0$

$f=0.6$ なら　$R_0W_0[1-e^{-(M_0-g)(1/2t_0+t_1)}]=0.48R_0W_0$

この計算から沖合での魚群は個体の大きさが小型であつても，総重量のうえでは沿岸に到達した場合より大きいことが明らかとなる。したがつて漁獲率が変わらないなら，沖合で漁獲したほうが 41～48% だけ資源を有効に利用することになる。

しかし，上記の判断には流網の網傷によつて漁獲されずに死亡する魚のあることが考慮されていない。そこでこれを考えると，これには網傷死亡による損失分と，自然死亡と成長とを勘案した場合の沖取漁獲の増加分とを重量で比較することが必要となる。

網傷死亡による損失分は $f=0.5\sim0.6$ の場合それぞれ $0.049\ R_0W_0-0.034R_0W_0$ である。

$$R_0W_0\left[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}\left[1-e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\right]\frac{M_1}{M_0+M_1}=0.049R_0W_0\sim0.034R_0W_0$$

沖取漁獲の増加分は $f=0.5\sim0.6$ の場合それぞれ $0.119R_0W_0-0.149R_0W_0$ である。

$$R_0W_0\left[1-e^{-(M_0-g)(1/2t_0+t_1)}\right]\left[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_0}{F_0+F_1}=0.119R_0W_0\sim0.149R_0W_0$$

両者の差を求めると，

$f=0.5$ なら　$(0.119-0.049)R_0W_0=0.07R_0W_0$

$f=0.6$ なら　$(0.149-0.034)R_0W_0=0.115R_0W_0$

これからたとえ流網漁業が網傷によつて死亡する魚を作つているとしても，沖合来遊量の 7.0～11.5% 程度資源の有効利用に役立つことが明らかとなり，沖取漁業は合理的なものと判断することができる。

なお，ここでの問題とは別であるが，沿岸で漁獲される魚の1尾平均体重と，沖取の魚の1尾平均体重との相違について，次のような推察が可能となる点は注意を要することである。すなわち，戦前(1936～1942)にソ連沿岸で漁獲されたシロサケの1尾平均体重は 2.8～3.2kg の間を年により変化し，だいたい 3.0kg 程度と推察されていたのに対し[6]，近年のそれはだいたい 3.5kg と大きくなつている。この理由は沖合来游群の 0.29～0.31 を漁獲している沖取漁業が，漁獲物の平均体重を 2.8kg とするような漁獲を行なつているため，沿岸に回游する残りの魚には 2.8kg 以上の大型魚の占める割合が多くなることにあると考えられることである。

沖取の漁獲する魚の平均体重を 2.8kg とした理由は，沖合から沿岸へ回游するまでの間の成長を考慮したためで，実際沖合で漁獲される魚は1尾平均約 2.0kg であるが，回游日数を 75 日，成長係数を 0.0047 とすると，沿岸に到達したときの体重は 2.8kg となる。

このことは沿岸で漁獲される魚がその水域への来游群を代表せず，大型魚に偏つていることを推察されている点で重要な意味がある。

付録 (1)　R/R_1 の推定

実際には沖取漁業が行われているが，沖取漁業が行なわれなかつたと仮定した場合の沿岸の来游量を R_1 とし，沖取漁業が行なわれた結果として実際に沿岸に来游した量を R とする。

R_1 については，1. 沖取漁業の行なわれていなかつた時期（溯河年では 1940～1947 年，回帰年では 1944～1952 年）の再生産状態がその後も維持されているものとし，2. この再生産関係から沖取漁業が行なわれ

ていても，これがなかつたと仮定した場合の沿岸来游量を推定することとすると，1956～1960年にかけての R_1 は Table 3 に示すようになる。すなわち，3カ年平均の $R_1 = 48.2/f$ (単位: 1000 ton) となる。

これに対応する当時の実際の漁獲は Table 3 に示すように 31.1 (1000 ton) であるから，$R = 31.1/f$ である。

したがつて 1957～1959 年当時の $R/R_1 = 31.1/48.2 = 0.65$ とみることができる。

Table 3. Calculated average coastal catches of adult chum salmon in the case when offshore fishing was assumed to has not been operated ($R_1 f$) and these actual catches (Rf).

Year	Rf (two years average)				$R_1 f$ (two years average)				R/R_1
	Amur	Okhotsk	W. Kam.	Total	Amur	Okhotsk	W. Kam.	Total	
1956～57	10.1	25.3	6.8	42.2	14.28	19.78	17.9	51.96	0.81
1957～58	7.4	13.0	1.6	22.0	14.11	19.29	17.3	50.70	0.43
1958～59	9.9	11.5	4.4	25.8	9.33	18.13	14.9	42.36	0.61
1959～60	12.2	16.9	5.4	34.5	14.83	20.16	12.6	47.60	0.72
Average				31.1				48.2	

Unit: 1,000 ton

沖取漁業が行なわれていなかつたときの再生産状態ならびに沖取漁業が行なわれていなければ来游したであろうと推定される沿岸来游量 (R_1) は次の方法によつて推定している。

遡河量 E と回帰量 N との関係が $N = aEe^{-bE}$ ($a \cdot b$ は係数) の関係にあれば，漁獲率 f にたいした変化がないかぎり，親の漁獲 C_1 から $E = C_1(1-f)/f$ となり，子の漁獲 C_2 から $N = C_2/f$ となるため，$C_2/f = aC_1(1-f)/f \cdot e^{-bC_1(1-f)/f}$ の関係式を得る。これを書きかえると次のようになるため，

$$C_2/C_1 = a(1-f)e^{-bC_1(1-f)/f}$$

$$\log C_2/C_1 = \log a(1-f) - 0.4343bC_1(1-f)/f$$

$\log C_2/C_1$ と C_1 とが直線回帰の関係にあると認められるなら，再生産状態はこの関係にあると認められ，この関係式を利用して親の漁獲からこの親のもたらす子の漁獲を推定することができる。

サケは 4・5 年で成熟するから，ある年の漁獲に対しそれから4年および5年後の漁獲の平均を子の漁獲とみて，前記の関係をみることとし，遡河年では 1940 年から 1947 年，回帰年では 1944 年から 1952 年までは沖取漁業はほとんど行なわれていなかつたから，このときの統計から沖取漁業の行なわれていないときの再生産状態を推定することとすると，西カムチャッカ・オホーツク・アムールの3地区別に次の関係式を得る。これはそれぞれの地区別資源の再生産状態を示している。

西カムチャッカ	$\log C_2/C_1 = 0.78228 - 0.05403C_1$	$r = -0.925$
オホーツク	$\log C_2/C_1 = 0.56045 - 0.02766C_1$	$r = -0.785$
アムール	$\log C_2/C_1 = 0.41109 - 0.02678C_1$	$r = -0.655$

上の再生産状態がその後も同様に維持されているとすれば，1952年から 1955年までのこれらの地区の漁獲量は Table 4 のようになつているため，これを C_1 としそれぞれ地区別の前記の式に適用すれば，沖取漁業が行なわれなかつたと仮定した場合の漁獲量 $C_1 = R_1 f$ が 1956 年から 1960 年にかけて推定される。すなわち 1952 年の C_1 からは 1956～1957 両年の平均の C_2 が推定され，1953 年の C_1 からは 1957～1958 両年の平均の C_2 が推定される。この推定値は Table 3 の $R_1 f$ である。ここで推定される C_2 は2カ年平均であるから，これと比較すべき実際の漁獲量も2カ年平均を用いることとすると，Table 4 に示した 1956 年以降の漁獲実績から沖取の影響を受けた沿岸漁獲は Table 3 の Rf となる。

Table 4. Chum Salmon catch in the coastal areas (1952～1960).

	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
West Kamchatka	7.9	6.7	14.0	16.7	11.5	2.2	1.0	7.9	3.0
Okhotsk	10.9	10.1	25.8	20.6	36.0	14.6	11.4	11.7	22.1
Amur	10.7	10.5	5.0	12.4	14.7	5.7	9.2	10.7	13.7

Unit: 1,000 Ton

付録 (2)　M_0+M_1 の推定

流網で漁獲したサケを標識放流に利用すると，沖合水域から沿岸へ回游するまでの間に網傷による死亡と自然死亡との両方を受け，残りが沿岸で再捕されることになる。したがつて，この結果は網傷による死亡係数 M_1 と自然死亡係数 M_0 とを推定する資料として利用できる。

すなわち，　網傷による死亡係数を……M_1

自然死亡係数……M_0

放流から再捕までの期間……t

標識放流魚の総数……N_0

沿岸での再捕総数……N_t

沿岸での漁獲率……f　　とすると，

$$N_t = N_0 e^{-(M_0+M_1)t} f$$

の関係が成立する。

この式は $N_t \cdot N_0 \cdot t \cdot f$ が与えられるなら M_0+M_1 を示すことになる。

1937～1939 年の 3 カ年にわたり，北千島および中部千島近海で流網によつて漁獲されたシロサケに対し標識放流が行なわれた。再捕はカムチャッカ西海岸からオホーツク・アムール一帯の水域で行なわれたが，この結果は Table 5 のように $N_t \cdot N_0 \cdot t$ を与えている[2]。

1935～1937 年の 3 カ年にわたり，カムチャッカ西海岸一帯でサケの標識放流が行なわれた[6]。この放流は建網に入つたサケを無傷のまま生簀に入れて沖合に運び放流したこと，再捕までの期間が平均 2～3 日であつたことから，$M_0 \cdot M_1$ をいずれも 0 とすると，再捕率 N_t/N_0 は沿岸漁業の漁獲率 f を示すことになる。

カムチャッカ西海岸からオホーツクにかけての沿岸漁業の規模は 1935 年から 1939 年までは大差がなかつたから[6]，ここで推定される f は前記の式から M_0+M_1 を推定するための f として利用することができる。

1935～1937 年にカムチャッカ西海岸一帯で行なつたシロサケの放流試験結果は，$N_0 = 1930$，$N_t = 198$，

$$N_t/N_0 = f = 198/1930 = 0.102^{6)}$$

である。

Table 5. Results of tagging experiment of chum salmon carried out in the waters of Kuril Is. in 1935～1937.

Area released	Year	No. of fish released	No. of fish recovered	Term of migration (Average) (day)
North Kuril Is	1935	173	14	13
Central Kuril Is	1936	199	8	31
North Kuril Is	1936	1256～27*	99	26
〃	1937	1907～29*	115	24

* No. of fish recovered in the area of release.

Table 5 に示された $N_0 \cdot N_t \cdot t$ を利用すると，4回の試験結果から（M_0+M_1）は次のように計算される。

$$e^{-(M_0+M_1)13} \times 0.102 = 14/173 = 0.081 \qquad M_0+M_1 = 0.0178$$
$$e^{-(M_0+M_1)31} \times 0.102 = 8/199 = 0.040 \qquad M_0+M_1 = 0.0305$$
$$e^{-(M_0+M_1)26} \times 0.102 = 99/1229 = 0.081 \qquad M_0+M_1 = 0.0089$$
$$e^{-(M_0+M_1)24} \times 0.102 = 115/1878 = 0.061 \qquad M_0+M_1 = 0.0216$$
$$\text{4回の平均} \qquad M_0+M_1 = 0.0197$$

戦前の流網で漁獲した標識放流魚と，戦後の流網から離脱する網傷魚とでは，傷の性質が異なると思われること，また一方は尾柄に標識札をつけていたのに対し，他方にはそれでないことなどの理由から，ここで推定した M_0+M_1 の値が，ここでいう網傷魚の死亡係数と等しいとは考えられない。しかし流網で漁獲したサケを標識放流に利用する場合には，比較的網傷が浅く元気のよい魚が選ばれたこと，ここでいう網傷魚とは網にかかつても罹り方が浅いため簡単に離脱したものが多いと考えられることなどを合わせ考えると，上に推定した値はだいたいの程度を判断する上には充分役立つと考えられる。

文　　献

1) 田口喜三郎：沖合で漁獲されるサケ・マス（*Oncorhynchus* sp.）の成長について．本誌 **27** (7), (1961).
2) 平野義見：サケ属魚類標識放流試験結果概観．北海道水産試験場.
3) 第 1・2 回日ソ漁業委員会統計資料.
4) 日ソ漁委4科技第 32 号資料.
5) 花村宣彦：北洋におけるサケ・マス未成熟魚の混獲許容限度設定問題に関する考慮．水産庁，(未発表), (1960).
6) 田口喜三郎：北洋のサケ・マス漁業とその資源．日魯漁業 KK.
7) 日ソ漁業委員会：生物統計資料（第 1～6 回）.

サケ成魚 (*Oncorhynchus* sp.) の自然死亡係数を推定する一つの試み, ならびにこれに基づく沖取漁業の合理性の検討—II.

ベニサケ (*Oncorhynchus nerka*) について

田 口 喜 三 郎

(1961 年 9 月 15 日受理)

A TRIAL TO ESTIMATE THE INSTANTANEOUS RATE OF NATURAL MORTALITY OF ADULT SALMON (*Oncorhynchus* sp.) AND THE CONSIDERATION OF RATIONALITY OF OFFSHORE FISHING—II.

FOR RED SALMON (*Oncorhynchus nerka*) 1961

Kisaburo TAGUCHI*

As to the consideration about the rationality of offshore fishing for chum salmon, it has been tried in the previous paper (1) of this report on the basis of the estimation of the instantaneous rate of natural mortality.

Also in red salmon, since the same kinds of data have been given, the same estimation and consideration for red salmon were tried with the same purpose and method.

Adopting the symbols as bellow equally in the case of chum salmon, next formulas are given.

R_0 ····Size of mature salmon run in number of fish in offshore waters.
R ····Size of mature salmon run in number of fish in coastal areas.
C ····Catch of offshore fishing.
C_1····Catch of coastal fishing.
M_0····Instantaneous rate of natural mortality.
M_1····Instantaneous rate of mortality by net-mark.
F_0····Instantaneous rate of fishing mortality.
F_1····Instantaneous rate of occurrence of net-mark.
t_0 ····Term of offshore fishing (Number of day).
t_1 ····Term of migration from offshore to coast (Number of day).

$$R_0\left[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}=0.15R \quad \cdots\cdots(1)$$

$$R_0e^{-\{M_0(1/2t_0+t_1)+(F_0+F_1)t_0\}}=0.85 \quad \cdots\cdots(2)$$

$$e^{-(F_0+F_1)t_0}=0.395 \quad \cdots\cdots(3)$$

$$1-e^{-(F_0+F_1)t_0}=\frac{C(F_0+F_1)}{R_0F_0} \quad \cdots\cdots(4)$$

$$M_0+M_1=0.0374 \quad \cdots\cdots(5)$$

In above formulas next data were used. 1) Numbers of net-marked fishes have occupied 15% of R. 2) Assuming R_1 to be the size of mature salmon run in the coastal areas when the offshore fishing does not exist, $R/R_1=e^{-(F_0+F_1)t_0}/0.85=0.465$ as shown in the appendix (1). 3) R and C are 1,920,000 and 6,600,000 respectively as shown in appendix (2) and (3). 4) The value of M_0+M_1 is 0.0374. This was calculated with the results of tagging experiment shown in appendix (4).

* 日魯漁業株式会社 (Nichiro Fisheries Co. Ltd., Chiyoda-ku, Tokyo, Japan).

Applying $t_0 = 50$ and $t_1 = 30$ the values of $M_0 \cdot M_1 \cdot F_0$ and F_1 were estimated as shown in Table 1.

Adopting these value for the estimation of the variation in the total weight of red salmon run, it can be considered that offshore fishing should be reasonable from the view point of full utilization of red salmon resources. Because the increase in weight by growth is estimated 49 percent for the decrease in weight by natural death. And even the consideration for the mortality by net-mark is given, the increase in weight of off shore catch is still 21 percent larger than these decrease in weight by death.

1. 前　　言

Iにおいてシロサケ成魚の自然死亡係数を推定し，これを基礎として沖取漁業の合理性について検討を行なつた。ベニサケについても多少信頼性は劣るが，同様の資料が得られているので，同様の目的から同様の方法を用いて首題について推定を試み検討を行なつた。

2. 自然死亡係数の推定

ベニサケについては次の資料が得られている。

1. 1957・'58 両年の西カムチャッカ沿岸におけるベニサケ来游群中の網傷魚の割合は，第2・第3回日ソ漁業委員会ソ連側声明から判断して 15% 程度と推定される*。

2. 沖取漁業がなかつたと仮定した場合の沿岸来游量を1とすると，沖取漁業の行なわれた 1957～'59 年の実際の沿岸来游量は付録 (1) に示した計算から 0.465 に当たると推定される。

3. 1957～'59 年の3カ年平均の沿岸来游量 R および沖取漁獲量 C は付録 (2) に示したようにそれぞれ 192 万尾および 660 万尾と推定される。

4. 付録 (3) に示したように，流網で漁獲した魚を放流した 1931～'38年 当時の標識放流試験結果から，$M_0 + M_1 = 0.0374$ と推定される。

5. 沖取漁業の西カムチャッカ系ベニサケ成魚を漁獲する期間 t_0 はだいたい 50 日であり，カムチャッカ南東水域から西海岸オゼルナヤ河沖までの回游日数を t_1 とすると，t_1 は過去の標識放流結果からみて約 30 日と推定される。

シロサケの場合と同様に，それぞれの量を以下のように記号で表わすと，前記の資料に基づいて次の各式を得ることができる。

R ····沿岸来游量	F_0····沖取漁業の漁獲係数
R_0····沖合来游量	F_1····網傷魚の発生係数
C ····沖取漁獲量	t_0 ····沖取漁業の漁期
C_1····沿岸漁獲量	t_1 ····沖取漁場より沿岸漁場までの回游日数
M_0····自然死亡係数	f ····沿岸漁業の漁獲率
M_1····網傷による死亡係数	

沿岸に来游する網傷魚の総数

$$R_0\left[1 - e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}\,e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)} = 0.15R \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

沿岸に来游する網傷のない魚の総数

$$R_0 e^{-\{M_0(1/2t_0+t_1)+(F_0+F_1)t_0\}} = 0.85R \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

R_1 を沖取漁業がないと仮定したときの沿岸来游量とすると，

$$(R/R_1) \times 0.85 = e^{-(F_0+F_1)t_0} \times 0.85 = 0.465 \times 0.85 = 0.395 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

* 1960 年の網傷魚の割合は西カムチャッカ全体では 15% 以下であるが，主要なオゼルナヤ河では 15% と報告されている（第6回日ソ漁委ソ連声明）。

沖取の漁獲量は

$$C = R_0\left[1 - e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_0}{F_0+F_1}$$

$$1 - e^{-(F_0+F_1)t_0} \fallingdotseq \frac{C(F_0+F_1)}{R_0F_0} \quad \cdots\cdots(4)$$

$$M_0 + M_1 = 0.0374 \quad \cdots\cdots(5)$$

上記5式を連立方程式とすると，

(3) を (4) に入れて　$1 - e^{-(F_0+F_1)t_0} = 0.605 = C(F_0+F_1)/R_0F_0$ ……(7)

(3) から　$F_0 + F_1 = 0.01857$ ……(8)

(8) を (7) に入れて　$0.01857C/R_0F_0 = 0.605$

$$F_0 = 0.01857C/0.605R = 0.0307\frac{C}{R_0} \quad \cdots\cdots(9)$$

(9) を (8) に入れて　$F_1 = 0.01857 - 0.0307\dfrac{C}{R_0}$ ……(10)

(3) を (2) に入れて　$R_0e^{-M_0(1/2t_0+t_1)} \times 0.395 = 0.85R$

$$R_0 = 2.15Re^{55M_0} \quad \cdots\cdots(11)$$

(11) を (10) に入れて　$F_1 = 0.01857 - 0.0307\dfrac{C}{2.15Re^{55M_0}}$

$$= (0.0399Re^{55M_0} - 0.0307C)/2.15Re^{55M_0} \quad \cdots\cdots(12)$$

(3)・(5)・(8)・(11)・(12) を (1) に入れて

$$2.15Re^{55M_0} \times 0.605 \times (0.0399Re^{55M_0} - 0.0307C) \times e^{-0.0374\times55} = 0.15R \times 0.01857 \times 2.15Re^{55M_0}$$

$e^{-0.0374\times55} = 0.1278$,　$e^{55M_0} = E$ とすると

$$1.301E(0.0399RE - 0.0307C) \times 0.1278 = 0.00599RE$$

$$0.0066RE - 0.00509C = 0.00599R$$

$$E = (59.9R + 50.9C)/66R \quad \cdots\cdots(13)$$

$R = 192$,　$C = 660$ であるから

$$E = 3.558 = e^{55M_0} \qquad M_0 = 0.023$$

となる。

3. $M_1 \cdot F_0 \cdot F_1$ の推定

M_0 が推定されたので，これを基にして $F_0 \cdot F_1 \cdot M_1$ を求め，さらにこれらの値を用いて沖取漁業の資源利用状態をみると以下のようになる。

$M_0 + M_1 = 0.0374$　∴　$M_1 = 0.0374 - 0.023 = 0.0144$

(11) 式より　$R_0 = 2.15Re^{55M_0}$　$R = 192$,　$e^{55M_0} = 3.558$

∴　$R_0 = 2.15 \times 192 \times 3.558 = 1468.74$

(10) 式より　$F_1 = 0.01857 - 0.0307 \times \dfrac{660}{1468.47} = 0.00518$

(8) 式より　$F_0 + F_1 = 0.01857$　∴　$F_0 = 0.01857 - 0.00518 = 0.01339$

以上の計算から $M_0 \cdot M_1 \cdot F_0 \cdot F_1$ は Table 1 となる。

Table 1. Estimate of M_0, M_1, F_0 and F_1.

Instantaneous rate of natural mortality	$M_0 = 0.0230$
Instantaneous rate of mortality by net-mark	$M_1 = 0.0144$
Instantaneous rate of fishing mortality	$F_0 = 0.01339$
Instantaneous rate of occurrence of net-mark	$F_1 = 0.00518$

Table 1 に基づいて沖取漁業の 1957～1959 年当時の資源利用状態を考察すると，次のようになる。

1. 沖取漁業は沖合来游群の $[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}]=1-e^{-0.01857\times 50}=0.605$ を罹網させた。
2. このうち $0.605\times\dfrac{F_0}{F_0+F_1}=0.435$ を漁獲し，

   $0.605\times\dfrac{F_1}{F_0+F_1}=0.170$ を網傷魚としていた。
3. 網傷魚は回游中に網傷のため死亡するもの，自然死亡するもの，および生き残つて沿岸に到達するものの三つとなるが，これらは次のようであつた。

   網傷死亡……$0.17\left[1-e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\right]\dfrac{M_1}{M_0+M_1}=0.057$

   自然死亡……$0.17\left[1-e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\right]\dfrac{M_0}{M_0+M_1}=0.091$

   生き残り……$0.17e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}=0.022$
4. 沖合来游群の 0.395 は網にかからない魚であるが，これは沿岸に到達するまでに $[1-e^{-M_0(1/2t_0+t_1)}]$ が自然死亡で消滅し，$e^{-M_0(1/2t_0+t_1)}$ が沿岸に到達することになる。この比率は

   自然死亡……$0.395(1-e^{-0.023\times 55})=0.283$

   生き残り……$0.395e^{-0.023\times 55}=0.112$

   したがつて沿岸に到達する来游群は，網にかからない魚の生き残りと，網からはずれた魚の生き残りとの合計 $0.112+0.022=0.134$ となる。

4. 沖取漁業の合理性の検討

ベニザケ成魚の回游中の成長による増重と，自然死亡による減量とを勘案すると，沖合に現われる来游群の重量は R_0W_0 であり，沿岸に到達する来游群の重量は $R_0e^{-M_0(1/2t_0+t_1)}W_0e^{g(1/2t_0+t_1)}$ であるから，両者の差は $R_0W_0[1-e^{-(M_0-g)(1/2t_0+t_1)}]$ となる。

ここでは

W_0……沖合での1尾平均体重

W_t……沿岸での1尾平均体重

g ……成長係数

t ……回游期間

$W_t=W_0e^{gt}$ の関係にあるものとしている。

$g=0.0057$[1] と推定されているから，

$$R_0W_0[1-e^{-(M_0-g)(1/2t_0+t_1)}]=R_0W_0(1-e^{-0.9515})=0.614R_0W_0$$

となり，約 61% 沖合来游群のほうが総重量では多いことになる。したがつてこれから判断すれば，沖取漁業はたとえ漁獲対象とする魚が小型であつても，自然死亡によつて消滅するはずの魚を利用するため，約 61% 有効利用に役立つ合理的なものということになる。

しかし網傷によつて利用されずに死亡するものを生ずることを考慮すると，網傷死亡による損失分と，自然死亡と成長とを勘案した場合の沖取漁獲の増加分とを比較しなければ，実際の判断はできない。そこでこれを求めると，以下の計算となる。

網傷死亡による損失分は

$$R_0W_0\left[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_1}{F_0+F_1}\left[1-e^{-(M_0+M_1)(1/2t_0+t_1)}\right]\frac{M_1}{M_0+M_1}=0.057R_0W_0$$

沖取漁獲の増加分は

$$R_0W_0\left[1-e^{-(M_0-g)(1/2t_0+t_1)}\right]\left[1-e^{-(F_0+F_1)t_0}\right]\frac{F_0}{F_0+F_1}=0.614\times 0.435R_0W_0=0.267R_0W_0$$

両者の差を求めると $(0.267-0.057)R_0W_0=0.21R_0W_0$ となり，増加分のほうが大となる。

この計算からたとえ流網漁業が網傷魚を作つていても，資源の有効利用に役立つことが明らかとなり，沖

取漁業は合理的なものと判断することができる。

なお，資源維持を目的として遡河と回帰との関係を調べる場合，沖取漁業の漁獲が上記のような関係にあることを注意し，回帰量の算定を行なう必要がある。

付録 (1)　R/R_1 の推定

R を沖取漁業がある場合の沿岸来游量とし，R_1 を沖取漁業のない場合の沿岸来游量とする。

カムチャッカ西海岸の沖取漁業の行なわれていないときのベニサケの再生産状態は，オゼルナヤ河での遡河率をカムチャッカ西海岸全般に適用すると，次の関係となる。

$$\log N/E = 1.1165 - 0.1135E \quad (r = -0.945)$$

ただし，　N‥‥回帰量，　E‥‥遡河量

この関係は遡河年では 1941～1946 年，回帰年では 1946～1952 年の間の遡河量と漁獲量によつて求めたもので，その方法としてはベニサケは5年あるいは6年後に成魚となつて回帰するため，ある年の遡河量に対する 5～6 年後の回帰量の平均をそれの回帰量として遡河と回帰との関係をみたものである。

上記の再生産関係が沖取漁業の開始後も維持されているとすれば，この再生産関係を利用してある年の遡河量からもたらされる 5～6 年後の平均来游量 (R_1) が推定される。沖取が行なわれた結果，実際の漁獲量 (R) が減少したとすれば，この程度はいちおう沖取漁業の影響の程度を示すと推定される。

1951～1954 年の間の遡河量[2] から 1956～1960 年の各年に来游すべき回帰量 R_1 を推定し，これと実際の回帰量[2] R とを比較すると Table 2 となる。これから 1957～1959 年当時の $R/R_1=0.465$ と推定される。

Table 2. The values of R/R_1 in 1956～1960.

Year	Escapement	Size of estimated run R_1	Size of actual run R	R/R_1
1951	3.92	18.4	7.4 (Average of 1956 and 1957)	0.402
1952	5.7	18.8	4.5 (〃 1957 and 1958)	0.239
1953	2.55	17.1	5.2 (〃 1958 and 1959)	0.304
1954	0.76	8.1	7.4 (〃 1959 and 1960)	0.915
Average				0.465

Unit of escapement and return is 1000 ton.

付録 (2)　R および C の推定

沖取漁業の漁獲するベニサケには，アラスカ系・東カムチャッカ系・西カムチャッカ系の3系統がある。M_0 の推定に必要とする資料は西カムチャッカ系だけについて得られているため，沖取漁獲のうち西カムチャッカ系ベニサケだけを分離しなければ C を求めることはできない。これについては花村 (1961)[3] が示しているように，オホーツク海および 51°N 以南の北太平洋で6月以降に漁獲したものをだいたい西カムチャッカ系のベニサケとすると，ベニサケ成魚の沖取漁獲量は Table 3 と示すこうになる。

Table 3. Catch of offshore fishing for West Kamchatka group's adult red salmon.

Year	Catch (Unit: 10,000 fishes)
1957	772
1958	825
1959	384
Average	660

1957～1959 年の間の西カムチャッカ系ベニサケの沿岸来游量 R は，$R = C/f$ の関係を利用すれば，沿岸の漁獲量と漁獲率とから推定することができる。西カムチャッカのベニサケはほとんど大部分がオゼルナヤ河系であるから，ここでの漁獲率を西カムチャッカ全部に適用することとし，漁獲は重量で示されているので，1尾平均の体重を 3kg として尾数に換算する

と，R は Table 4 のように推定される。

Table 4. Size of red salmon run in the coastal areas of West Kamchatka (R).

Year	Catch of coastal fishing (Number of fish)	f	R (Number of fish)
1957	2,900 Ton ÷ 3 kg = 967,000	0.42	2,300,000
1958	600 〃 ÷ 〃 = 200,000	0.29	689,600
1959	2,500 〃 ÷ 〃 = 833,000	0.30	2,776,000
Mean			1,920,000

f: Seasonal fishing rate in coastal areas.

すなわち，1957～1959 年の平均では $R = 192$, $C = 657$（単位: 10,000 尾）となる。

付録 (3)　$M_0 + M_1$ の推定

流網で漁獲したサケを標識放流に利用した場合，放流数を N_0，沿岸での再捕数を N_t，回游日数を t，網傷による死亡係数を M_1，自然死亡係数を M_0，沿岸での漁獲率を f とすれば，

$$N_t = N_0 e^{-(M_0+M_1)t} \times f$$

の関係がある。

沿岸建網で漁獲したサケをその沖合で標識放流した場合，網傷による死亡係数は 0 であるから，回游日数が短期間で 0 とみなし得るなら $f = N_t/N_0$ となる。

上記 2 つの関係を利用して，さきにシロサケの場合の $M_0 + M_1$ を推定したが，これと同様の方法をベニサケにも利用すれば，ベニサケの $M_0 + M_1$ を推定することができる。

ベニサケの標識放流試験結果としては次のものが得られている。

1. カムチャッカ湾建網漁場での試験（日魯漁業調査資料 1938 年未発表）。1935～1937 年実施

放流尾数—354，再捕尾数—36（カムチャッカ湾内），再捕率—0.101，平均回游日数—2 日

これから $f = 36/354 = 0.101$ を得る。

カムチャッカ湾とコマンドルスキー群島との中間水域での流網漁獲による 5 月，6 月の標識放流試験結果（再捕魚は全部カムチャッカ湾において漁獲された）（太平洋漁業調査資料—未発表）。1938～1939 年実施

放流尾数—326，再捕尾数—19，再捕率—0.058，平均回游日数—14 日

これから

$$19 = 326 e^{-(M_0+M_1)14} \times 0.101$$

$$e^{-(M_0+M_1)14} = 0.058/0.101$$

$$M_0 + M_1 = 0.0396$$

を得る。

2. カムチャッカ西海岸オゼルナヤ河沖合で流網漁獲による標識放流試験結果。1931 年北海道水産試験場実施。再捕は全部オゼルナヤ付近で行なわれた（平野，1953)[4]。

放流尾数—265，再捕尾数—45，再捕率—0.17，平均回游日数—2 日

北千島およびカムチャッカ南東部近海での流網漁獲による標識放流試験結果。1938 年太平洋漁業 KK および北千島水産 KK の実施（平野，1953)。

放流尾数—506，再捕尾数—44，再捕率—0.087，平均回游日数—21 日

上記の資料から次の連立方程式を得る。

$$\begin{cases} e^{-(M_0+M_1)2} f = 0.17 \\ e^{-(M_0+M_1)21} f = 0.87 \end{cases}$$

(註) 1931 年も 1938 年も西カムチャッカオゼルナ付近の操業規模は変わらないため，f は両者同じとしている。

上の方程式を解けば,

$$f = 0.17\,e^{(M_0+M_1)2}\,, \qquad e^{(M_0+M_1)19} = 0.17/0.087 = 1.95$$

$$M_0 + M_1 = 0.0351$$

を得る。

1. および 2. で得られた M_0+M_1 の値を平均すれば

$$(0.0396 + 0.0351)/2 = 0.0374$$

となる。

文　　献

1) 田口喜三郎: 沖合で漁獲されるサケ・マス (*Oncorhynchus* sp.) の成長について. 本誌, **27** (7), (1961).
2) 第1回—第5回日ソ漁業委員会統計資料.
3) 花村宣彦: 北太平洋におけるベニサケの資源状態に関する生物学的知見 (第1部). 水産庁 (未発表) (1961).
4) 平野義見: サケ属魚類標識放流試験結果概観. 北海道水産試験報告, (1953).

コウイカ類およびアオイカ稚仔の育成について

大島泰雄・崔 相

(1961 年 9 月 20 日受理)

ON THE REARING OF YOUNG CUTTLEFISH AND SQUID

Yasuo Ohshima and Sang Choe*

Otr experiments carried out at the Ikawazu Fisheries Laboratory, Tokyo University in 1960 proved that the fry of the squid, *Sepioteuthis lessoniana*, could be grown on a live mysis-shrimp, *Neomysis japonica*, in tanks with running water, and also the rearing tried in 1961 by the same method went successfully in three species of cuttlefishes, *Sepia esculenta*, *Sepia subaculeata* and *Sepiella maindroni*.

1) The fry of cuttlefish and squid begin to hunt almost within 24 hours after hatching, their prey then being tiny crustaceans, such as mysis and the other larvae of shrimps. The fry of these Cephalopods appear to find sufficient nutriment in only the live mysis during the period immediately after emergence from the egg until they grow a month old. At the end of this period the fry fed sufficiently grew up to be the mantle-length of about 20 mm in the cuttlefishes and 30 mm in the squid. The rate of survival in every one of these species was much high, amounting to more than 80 per cent of the original fry.

2) In the *Sepia* and *Sepiella*, as they grow older, living food materials could be replaced by minced fish meat or salted mysis-shrimp placed on the bottom of tank, but such replacement seemed to be difficult in the *Sepioteuthis*, because they hardly cared for the dead or motionless prey.

3) Among the *Sepia* and other species there are some differences not only in the feeding habit as mentioned above, but in the swimming activity observed in tanks. The *Sepia* being rather sluggish, although *S. subaculeata* swims slowly about near the bottom at times, usually lie on the bottom. On the other hand the *Sepiella* and *Sepioteuthis* swim about actively and in schools.

コウイカ (*Sepia esculenta*), カミナリイカ (*Sepia subaculeata*), シリヤケイカ (*Sepiella maindroni*) およびアオリイカ (*Sepioteuthis lessoniana*) の発生および孵化直後の稚仔については山本 (1941, '42)[1,2,3], 広瀬 (1956)[4], Lin, S. Y. (1935)[5] の報告があるが, 筆らは 1960 年にアオリイカ, 1961 年にはコウイカ, カミナリイカおよびシリヤケイカの計 4 種について, それらの孵化稚仔を飼育して, 増殖用種苗として使える程度の大きさまで育成することができたので, その概要を報告する。

飼育の方法

孵化稚仔の育成は東京大学農学部付属伊川津水産実験所のコンクリート水槽を使い, 流水で行なつた (1960 年は水温 22.8～29.5℃, 塩素量 14.3～16.8‰; 1961 年は水温 21.0～25.3℃, 塩素量 11.7～16.5‰)。

稚仔は柴漬けで採集した卵を粗朶から分離して流水中におき孵化させた。上記 4 種の孵化直後の稚仔の大きさは Table 1 の通りである。ただし, これらの大きさは孵化時の状態で多少異なり, 刺戟を与えて早めに孵化した個体は卵黄を完全に吸収しておらず, 比較的小形であるが, 孵化の遅れた個体はかなり大形にな

* 東京大学農学部水産学科 (Dept. Fish., Fac. Agr., Univ. of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo).

Table 1. The size of newly hatched fry.

		Sepia esculenta	*Sepia subaculeata*	*Sepiella maindroni*	*Sepioteuthis lessoniana*
Mantle-length (mm)	Range	5.1～6.4	7.2～9.7	4.0～5.0	4.7～7.2
	Average	5.62	8.72	4.61	5.59
Body-weight (mg)	Range	48～77	80～186	38～45	23～60
	Average	61.6	151.1	41.5	37.0
Formula of arm length		4>1>3>2	4>1>3>2	4>1>2>3	3>2>4>1

る。アオリイカでは当初の卵黄の 75% 以上が吸収されないと孵化後の生存が難かしい*。Fig. 1 はコウイカについて孵化条件による孵化稚仔の大きさを示す。

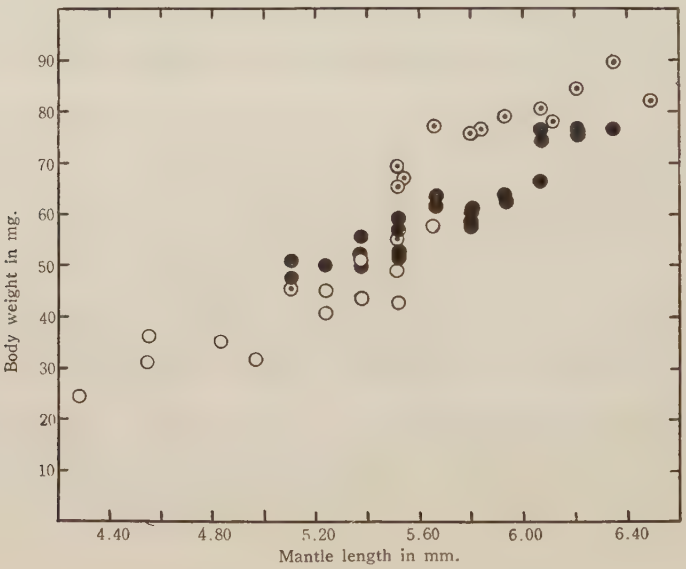


Fig. 1. The size difference among the fry just hatched from the eggs laid at the same time. Solid circles (●), circles (○) and double circles (◉) represent respectively the normal birth, the premature birth and the over-mature birth.

稚仔が孵化しはじめると同時に，餌料としてニホンアミ（*Neomysis japonica*）を生きたまま投与した。このころのニホンアミは短期世代で比較的小型であると同時に，水槽内で盛んに稚仔を産出する。したがつて，イカ稚仔はその大きさに応じて適当の大きさのアミを摂ることができる。健全な状態で孵化したアオリイカ稚仔は孵化後 16～24 時間で体長 8～10 mm のニホンアミを果敢な行動で捕喰することができるが，コウイカ，カミナリイカでも同様なことがみられる。シリヤケイカでは最初上記種類のイカ類より多少小さい餌料が要求される。

後述するように，孵化後 1 カ月間はニホンアミのみで順調に育成することができるが，イカ稚仔が外套長 2 cm 前後に成長したころから，さらに大形の餌料（小形のスジエビモドキ，テナガエビおよびハゼ科魚類の幼魚など）を追加するほか，コウイカ，カミナリイカおよびシリヤケイカには塩漬けアミ，細砕した魚肉なども与えた。

* 崔相・大島泰雄： アオリイカ発生と稚仔の成長について，貝類学雑誌，**21** (4) に掲載の予定。

なお，孵化稚仔の餌料としては，体長が数 mm 前後でそれほど運動が活発でない生き餌であるならばいずれも良好な結果を得ると思われる（例えばエビ類の幼生，ブライン・シュリンなど）。

孵化稚仔の摂餌その他の習性

コウイカ，カミナニイカ，シリヤケイカおよびアオリイカは，摂餌，游泳活動，成群などの習性上それぞれ異なつた点が認められる。

摂餌習性　コウイカ，カミナリイカ，シリヤケイカ，アオリイカはともに孵化直後は運動性のある小型餌料でなければ摂餌が難かしいが，アオリイカを除いた他種のイカ類では孵化後約半月で甲長 10～20 mm の大きさになると，生き餌のみでなく水槽の底に落ちた塩漬けアミ，細砕した魚肉をも多少摂るようになる。アオリイカは底に落ちた動かない餌を拾うことはほとんどない。

游泳活動　コウイカとカミナリイカは底をはうようにして游泳，静止することが多く，空腹時はよく浮上する。特にコウイカ，カミナリイカでは幼時は索餌のとき以外はほとんど游泳することがなく，餌料が豊富なときなどは全く水槽底に静止したままである。なお，コウイカでは浮上したまま底に沈まない個体は活力の低下したものと認めてよい。これに反し，シリヤケイカとアオリイカは活発に游泳し，底に静止することがない。特にアオリイカは游泳が活発である。ともに夜間は水槽の中・下層で静止状態で休息する。

成群性　コウイカは水槽底に静止するとき，多少かたよつた分布を示してお互いに蝟集する傾向がみられ，カミナリイカは単独性が強く均一に分布して，コウイカのように蝟集する傾向はみられない。シリヤケイカ，アオリイカは常に顕著な成群行動が認められる。

成長と飼育歩留り（生存率）

1. コウイカ

事例 1.　6月8日（1961）孵化の稚仔 90 尾を小型水槽（1.65 m²）で飼育，6月 22 日，27 日および7月7日に外套長および体重を測定した結果，Table 2 のようになつた。飼育期間 29 日の歩留りは 95.6% であつた。

Table 2. The growth of *Sepia esculenta* (exp. I).

		June 8	June 22	June 27	July 7
Mantle-length (mm)	Range	5.5～6.5	7.3～9.8	11.04～11.4	18～21
	Average	6.0	9.0	11.80	19.75
Body-weight (mg)	Range	65～92	154～248	310～440	1100～1800
	Average	80	200	370	1467
Number of individuals		90	86	86	86
Days of rearing		0	14	19	29

事例 2.　6月6～7日孵化の約 1200 尾を 13.2 m² の水槽で飼育，6月 25 日に 1100 尾を収納した。収納時の大きさは外套長 0.9～1.4 cm（平均 1.18 cm），体重 0.37～0.88gr（平均 0.593gr）で，飼育期間 20 日の歩留りは約 92% であつた。

事例 3.　5月 18 日から6月6日までの期間に孵化した稚仔 365 尾（Table 3）を 3.3 m² の水槽で飼育，6月 28 日に 329 尾を収納した。歩留りは 90.1% で，収納時の大きさは Table 4 のようになつた。ただし，この表の結果は孵化日の異なる個体を一括したものであるから，これから経過日数と成長との関係を明らかにすることはできない。そこで，甲の表面にみられる輪脈が孵化当時 6～8 本（主として7本）できていて，その後1日に1本づつ形成されることが判つているので*，それぞれの個体について孵化日から

* 詳細については別に報告する。

Table 3. The fry of *Sepia esculenta* used as the material of rearing experiment Ⅲ.

Date of hatching		Number of individuals
May	18～20	23
	26～27	5
	29	25
	30	5
	31	9
June	1	11
	2	15
	4	10
	6	265
Total		365

6月 28 日までの経過日数を求めることができ，その推定値と外套長および体長との関係を代表的な孵化日についてまとめて Table 5 の結果を得た。

要するに，上記の諸結果から Fig. 2 のような成長曲線が得られるが．本種は1カ月で外套長 20mm，体重 1.4gr 程度に成長すると考えられ，また飼育も比較的容易で，飼育中の歩減りを 20% 以下におさえることができる。

2. カミナリイカ

事例 1. 5月 27 日～6月1日に孵化した稚仔 17 尾 (Table 6) を小型水槽で飼育し，6月 28 日にそのうちの9尾を測定した結果，甲長 15～18mm (平均 17.2mm)，体重 1.0～1.55gr (平均 1.42gr) であつた。なお，歩留りは 82.4% であつた。

Table 4. Size frequency of *Sepia esculenta* yielded at the end of experiment Ⅲ.

Mantle-length (cm)		Body-weight (g)	
Class	Number of individuals	Class	Number of individuals
0.8	1	0.23	1
0.9	4	0.38	19
1.0	6	0.53	53
1.1	8	0.68	111
1.2	40	0.83	46
1.3	71	0.98	9
1.4	67	1.13	6
1.5	30	1.28	12
1.6	9	1.43	14
1.7	11	1.58	8
1.8	21	1.73	10
1.9	9	1.88	9
2.0	11	2.03	11
2.1	11	2.18	7
2.2	15	2.33	3
2.3	10	2.48	6
2.4	4	2.63	2
		2.88	1
Total	328	Total	328

Table 5. The growth of *Sepia subaculeata* (exp. Ⅲ).

Date of hatching estimated		Days of rearing	Mantle-length (mm, average)	Body-weight (g, average)
May	19	40	23.3	2.49
	29	30	21.1	1.91
June	3	25	18.0	1.27
	6	22	13.3	0.67

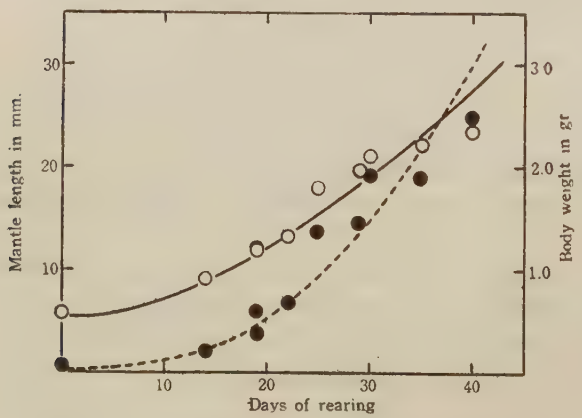


Fig. 2. The growth curves of *Sepia esculenta*.
—○— Mantle length; --●-- Body weight.

Table 6. The fry of *Sepia subaculeata* used as the material of rearing experiment Ⅰ.

Date of hatching		Number of individuals
May	27	1
	28	3
	29	7
June	1	6
Total		17

事例 2。 6 月 2～30 日に孵化した稚仔 435 尾 (Table 7) を 3.3m² の水槽で飼育，7 月 13 日に注水停止のため斃死した 139 尾の測定値は Table 8 の通りであつた。孵化稚仔および 7 月 13 日に死亡したものの外套長および体重の頻度分布から，6 月 22～25 日に孵化したものは約 21 日で外套長 15.5mm，体重 0.8gr 前後に，また 6 月 8～10 日に孵化したものは約 35 日で外套長 24.5mm，体重 2.52gr 前後に成長したと考えられる。

以上の結果を使つて成長経過を図示すると Fig. 3 のようになり，本種も 1 カ月で外套長 20 mm 近くに成長する。飼育の歩留りは平均 81.3% である。

3. シリヤケイカ

6 月 19～28 日に孵化した稚仔 152 尾 (Table 9) を 3.3m² の水槽で飼育，7 月 17 日にその一部を測定したところ，外套長 15～21 mm (平均 18.5 mm)，体重 0.7～1.6 gr (平均 1.04 gr) であつた。この場合にも，コウイカの事例 3 と同様に甲長の輪脈数から経過日数を推定し，これと甲長および体重との関係を求めた。また 6 月 19 日に孵化した稚仔を飼育して 7 月 22 日 (33 日目)，8 月 5 日 (47 日目) に

Table 7. The fry of *Sepia subaculeata* used as the material of rearing experiment II.

Date of hatching	Number of individuals
June 2～11	28
21	25
22	144
25	106
26	45
30	57
Total	435

Table 8. Size frequency of *Sepia subaculeata* yielded at the end of experiment II.

Mantle-length (cm)		Body-weight (g)	
Class	Number of individuals	Class	Number of individuals
0.7	1	0.2	1
0.8	—	0.3	2
0.9	1	0.4	1
1.0	3	0.5	6
1.1	4	0.6	13
1.2	4	0.7	27
1.3	11	0.8	15
1.4	25	0.9	28
1.5	14	1.0	17
1.6	16	1.1	11
1.7	32	1.2	5
1.8	15	1.3	1
1.9	2	1.4	1
2.0	1	1.5	—
2.1	1	1.6	2
2.2	3	1.7	1
2.3	—	1.8	—
2.4	2	1.9	1
2.5	3	2.0	—
2.6	—	2.1	2
2.7	—	2.2	—
2.8	1	2.3	—
2.9	—	2.4	—
3.0	—	2.5	1
		2.6	1
		2.7	2
		2.8	—
		2.9	1
Total	139	Total	139

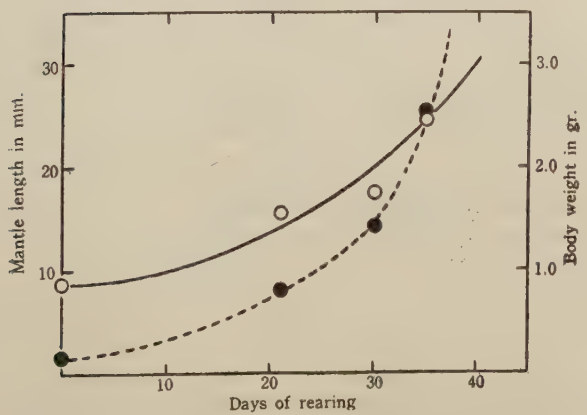


Fig. 3. The growth curves of *Sepia subaculeata*.
—○— Mantle length; --●-- Body weight.

Table 9. The fry of *Sepiella maindroni* used as the material of rearing experiment.

Date of hatching	Number of individuals
June 19～21	102
23	14
24	15
25	16
28	5
Total	152

Table 10. The growth of *Sepiella maindroni*. (estimated)

Days of rearing, estimated	Mantle-length (cm, average)	Body-weight (g, average)	Number of individuals
21	1.6	0.80	1
22	1.5	0.70	1
24	1.75	0.97	2
25	1.87	1.12	9
26	1.85	1.15	4
27	2.00	1.43	2
28	2.00	1.25	1
33	2.83	3.27	6
47	5.48	25.30	6

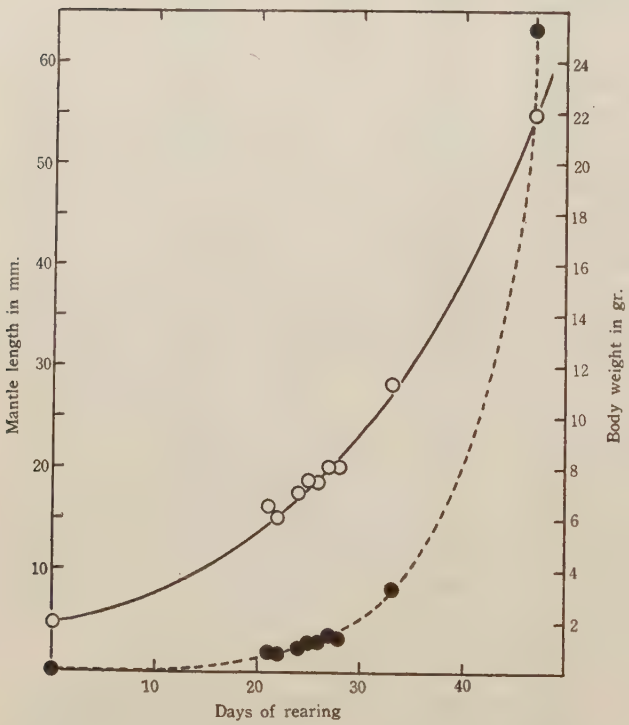


Fig. 4. The growth curves of *Sepiella maindroni*. —○— Mantle length; --●-- Body weight.

測定した結果をとりまとめると Table 10 の通りである。表の数値を使つて本種の成長経過を図示すると Fig. 4 のようになる。本種は1カ月で外套長 23 mm 程度，47 日で 55 mm 前後に成長する。歩留りは 81.6% 日であつた。

4. アオリイカ

6月 21～25 日 (1960 年) に孵化した稚仔 176 尾 (Table 11) を6月 26 日から飼育し，7月 12 日に中間測定を行ない，8月8日にその全部を収納した。この 45 日間の成長，歩留りは Table 12, Fig. 5 の通りであつた。本種の成長は前記3種よりも速く，1カ月で外套長 30 mm 前後に達した。歩留りは，はじめの 18 日間は 80.3% であつたが，45 日目には 44.7% に低下した。しかし，これは7月 12 日以降の飼育管理が不充分であつたためで本種においても外套長 10 mm 以上に成長すれば飼育が容易になるので，管理さえ良好ならばもつと高い歩留りが期待できよう。

Table 11. The fry of *Sepioteuthis lessoniana* used as the material of rearing experiment.

Date of hatching	Number of individuals
June 21～23	46
24	25
25	5
Total	76

Table 12. The growth of *Sepioteuthis lessoniana*.

Days of rearing		0	18	40	45
Number of individuals		76	61	—	34
Mantle-length (mm)	Range	4.7～7.2	14.0～20.0	—	45.0～59.0
	Average	5.59	17.00	42	51.9
Body-weight (g)	Range	0.023～0.060	0.55～1.25	—	9.2～17.3
	Average	0.037	0.865	7.50	13.51

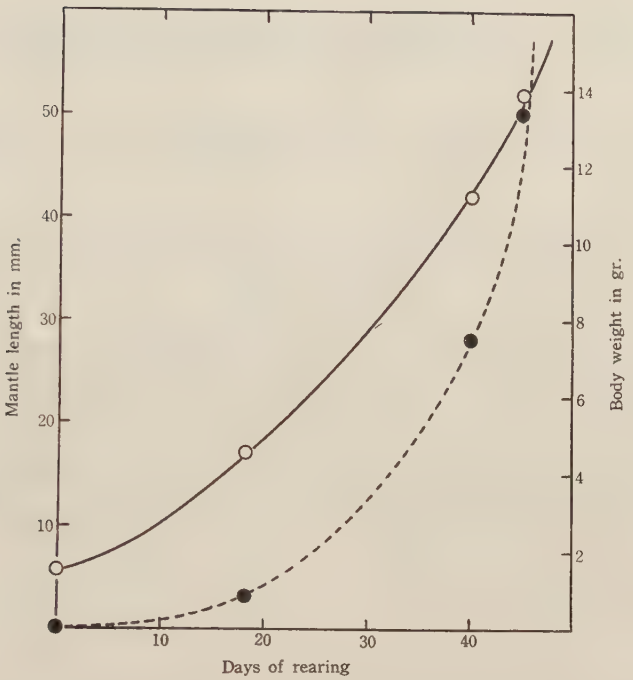


Fig. 5. The growth curves of *Sepioteuthis lessoniana*.
—○— Mantle length; --●-- Body weight.

考　　察

コウイカ類およびアオリイカの孵化稚仔は，アミ類を生きたまま餌料として投与し，流水で飼育するならば，予想以上の歩留り（80% 以上）で育成することができる。これらのイカ類は孵化までの卵の管理状態によつて孵化稚仔の大きさに相違がみられ，孵化稚仔の大きさは最初の摂餌能力とも関連し，稚仔の生存に関係すると考えられるが，これらの詳細については別の機会に報告する。健全な状態で孵化したコウイカ，カミナリイカ，アオリイカの稚仔は，孵化後 24 時間以内に体長数 mm 前後のニホンアミを充分に捕喰する能力をもつものである。

コウイカとカミナリイカは主に底棲し，シリヤケイカ，アオリイカは群泳生活をいとなむ習性があり，摂餌習性にもそれぞれ多少の相違があるので，飼育上，また種苗の大量生産を行なう場合にも，各種に適したやり方を加味せねばならない。これらのイカ類について生存率を 80% 以上維持するためには，孵化後 30～40 日間はニホンアミまたはこれに代わる小型餌料で飼育する必要がある。孵化後 30～40 日後，コウイカ，カミナリイカ，シリヤケイカは塩漬けアミ，魚肉，特にシラス，カタクサイワシなどの死餌に切り換えることが容易であるが，アオリイカは底に落ちた餌を拾うことがほとんどない。死餌の場合は相当に成長の遅退がみられ，特にコウイカにおいて甚だしい傾向がみられた。

コウイカ，カミナリイカは底棲であるので，放養密度が水槽の底面積と関連して制約される（この実験例では最大 1 尾/100 cm² であつたが，外套長 20 mm 前後の大きさまでは 3～4 尾/100 cm² 前後まで飼育が可能であろう）。一方，アオリイカとシリヤケイカはともに群泳するので，収容密度は水容積と関連し，前二者よりも多く見込むことを得よう。

なお，コウイカおよびシリヤケイカの低塩分に対する抵抗性については山本 (194)[6] の報告があるが，アオリイカ*，カミナリイカを含めて，これら 4 種類のイカではシリヤケイカがもつとも低塩分に対する抵抗性

* 崔相・大島泰雄：アオリイカの発生と稚仔の成長について．貝類学雑誌，**21** (4) に掲載の予定。

が強く，これら4種類ともに塩素量 13.0～13.5‰ 以上の海水が用意されれば低鹹による障害はみられない。

終りに，この研究に当たつて種々の便宜を賜わつた水産実験所所員各位に対し心から謝意を表する。

文　　献

1) 山本孝治：カフイカ稚仔の生態および外套背部の斑紋変化の観察．植物および動物，**9** (3)，349～353 (1941).
2) ――――：カフイカ *Sepia esculenta* 卵の発生．植物および動物，**10** (2)，125～130 (1942).
3) ――――：シリヤケイカ *Sepiella japonica* の発生および稚仔の生態．植物および動物，**10** (5)，443～448 (1942).
4) 広瀬義史：カミナリイカ *Sepia subaculeata* の発生（第一報）―外部形態の発生および胚体の運動．神戸大学教育学部研究集報，第 12 集，28～36 (1956).
5) LIN, S. Y.: The development of the cuttlefish, *Sepiella japonica* SASAKI. *Bull. Chekiang Prov. Fish. Exp. St.*, **1** (5), (1935). 〔引用〕
6) 山本孝治：イカタコ類の稚仔におよぼす鹹度の影響．植物および動物，**8** (12)，1879～1882 (1940).

マグロ延縄の水平漁獲分布について

平山信夫

(1961 年 9 月 20 日受理)

HORIZONTAL DISTRIBUTION OF CATCH BY THE LONG LINE

Nobuo HIRAYAMA*

The horizontal catch distribution along the main line was treated with the data on the catch (chiefly, yellowfin tuna) and it was found that the rate of exploitation increase moderately in proportion as the line-hauling went on (Fig. 1).

吉原は延縄で漁獲されたマグロ類について，漁具の揚げ初めから順次漁獲尾数を一定鉢数ごとに調べて，クロカワ，トンボなどでは W 型の分布を示し，特に漁具の両端部の鉤に多く漁獲のあること[1] を報告し，このような現象が一般的なものであれば，現行の一連の漁具を数個の部分に分けて操業すれば，さらに漁獲の向上が計れることを提案[2] している。しかしながら，マグロ類の索餌習性や漁獲機構には未だ不明のことが多く，なお実例を数多く求めねば確実を期待できないので，著者は 11 航海分の漁獲資料によつて漁獲分布について調べたので報告する。

§. 日魯漁業所属船第 21 黒潮丸 (1,858 トン) では各漁艇 (6 隻) から操業中毎日 2～3 回の無線による漁況報告を得て，本船の作業計画を立てる。これら印度洋で操業したときの報告 (昭 30. 1. 2～昭 31. 5. 13 の 5 航海分) に基いて，キハダについて揚げ初めより，初端 (B_1 鉢)，中間 (B_2 鉢)，終端 (B_3 鉢) における鉢当たり平均漁獲尾数を求め，各区分における漁獲強度比の出現率を求めた。すなわち，漁況報告が 3 回のばあい，1 漁艇 1 操業当たり使用鉢数が $N^{**}(=B_1+B_2+B_3^{***})$ 鉢で，各区分で漁獲された尾数を F_1, F_2, F_3 として $F_i/B_i = f_i$ を求め，$f_{i(i=1,2)}/f_3$ および f_1/f_2 を計算し，$f_{i(i=1,2)}/f_{j(j=2,3)}$ の頻度数を調べた (Table 1)。これによると，$(f_3 > f_1)$: $(f_3 < f_1)$, $(f_3 > f_2)$: $(f_3 < f_2)$ および $(f_2 > f_1)$: $(f_2 < f_1)$ の頻度数の比は，それぞれ 58 : 41, 54 : 35 および 48 : 43 となり，$f_3 > f_2 > f_1$ で漁獲が初端より順次終端になるにしたがい増加するばあいの出現率が高いことを示している。

同様に漁況報告 2 回のばあい，前半 (B_1 鉢)，後半 (B_2 鉢) について B_1/B_2 が 1～2, 2～3, 3～4, 4 以上のときのそれぞれの f_1/f_2 の頻度数を求めると Table 2 のごとくで $(f_2 > f_1)/(f_2 < f_1)$ は，1.65, 1.74, 3.67, 1.38 で前半より後半に漁獲の多いことを示している。

§. 日別の 20 鉢数別当たり漁獲尾数を示すと Table 3 のごとくで，分布型は日により異なり一定しておらず，蛇行型，平行型，上昇型およびこれらの合成型に分類され，全体の平均では終端でいくぶん下るが (Fig. 1) 上昇型と見てよい。同様のものについて，神奈川水試相模丸 (昭 27. 12. 4～昭28. 9. 19, 6 航海分) について (Table 4, Fig. 1) 見ると，上昇型のものが大部分であることがわかる。

§. 漁獲水平分布は，1) 索餌習性と漁具の操作法，2) 漁場を構成する魚群の游泳分布と投縄位置，3) 漁具操作法における各鉢鉤の水中吊下時間の長短によるマグロ類の鉤に対する魚族の遭遇頻度の多少，および餌の鮮度低下等に関係するものと考えられる。1) についてはさきに[1,2] 論じたところであるが，2) については Table 3 のごとく蛇行するもので判るように，この傾向が魚群の游泳密度分布によつて起ると考えられる。3) については上昇型の多いことからうかがえるところであるが，鉤の滞水時間が長くなれば，餌の

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish., Shiba Kaigandori 6, Minato-ku, Tokyo).

** この資料では 250 鉢前後。

*** 日により漁況報告時の揚縄数は違つており，$B_i < 50$ 鉢のものは除いた。

自己消化による軟化脱落や鮮度低下により餌つきも悪くなろうから，滞水時間に比例してどこまでも釣獲が望めると思われず，やがて限界に達するであろう。生きてかかつたものは揚縄前比較的短時間内にかかつたものとして，鉢別の釣獲率で調べると Table 3 下欄のごとくで，順次終端で減少し，餌つきの悪くなることを示している。

Table 1. Frequency of $f_{i=1,2}/f_{j=2,3}$ in case of thrice catch-information in halfway of operation.

$f_{i(i=1,2)}/f_{j(j=2,3)}$	Frequency					
	f_1/f_3		f_2/f_3		f_1/f_2	
~.1	0		0		0	
.2	3		1		3	
.4	12	58	6	54	7	48
.6	20		21		18	
.8	23		26		20	
1.0	9		19		17	
1.2	9		12		14	
1.4	12		6		14	
1.6	4		3		5	
1.8	3		3		3	
2.0	2	41	4	35	1	43
2.2	0		1		1	
2.4	4		0		0	
2.6	1		1		1	
2.8	1		0		0	
3.0~	4		5		4	
Total	108		108		108	

Remark: Omitted "Nawamawari", meanning a particular hauling operation that begins to haul from the starting point of setting gear.

Table 2. Frequency of f_1/f_2 in case of twice catch-information in halfway of operation.

f_1/f_2	Frequency							
	$B_1/B_2=1\sim2$		2~3		3~4		4~	
~.1	0		0		0		3	
.2	4		4		2		4	
.4	11	96	14	82	9	49	10	36
.6	35		34		17		11	
.8	46		30		21		8	
1.0	29		33		11		8	
1.2	16		17		5		8	
1.4	12		15		4		5	
1.6	9		2		1		3	
1.8	7		4		1		1	
2.0	4	58	4	47	0	18	1	26
2.2	4		2		1		0	
2.4	1		1		0		0	
2.6	1		0		2		1	
2.8	0		1		0		3	
3.0~	4		1		4		4	
Total	183		162		78		69	

Remark: Values were summed with four expeditions.
Omitted "Nawamawari".

Table 3. Catch distribution of yellow fin tuna hooked in order basket.

Date of operation	No. of basket operated in one day	Number of catch Order of basket												
		1~20	~40	~60	~80	~100	~120	~140	~160	~180	~200	~220	~240	End-point
Apr. 8.'55	247	7	3	19	4	13	14	15	8	4	14	11	8	5
10	246	7	14	12	12	14	13	18	14	28	23	17	28	4
12	240	5	5	11	6	3	4	6	4	5	1	3	3	
14	240	11	15	18	22	11	19	23	9	16	16	8	14	
15	189	6	6	7	7	9	10	19	8	4	7			
16	236	3	2	2	3	1	4	12	8	6	10	7	5	
19	244	8	8	17	11	13	12	7	10	11	10	8	9	2
20	250	11	14	5	12	12	8	11	7	13	10	8	13	4
22	235	2	9	7	14	9	7	9	6	12	13	12	6	
23	160	3	5	8	7	8	3	4	4					
27	240	7	14	18	29	22	31	27	30	32	27	26	24	
29	214	12	8	16	10	12	18	18	15	14	14	11		
May 1	226	22	11	17	8	13	19	17	22	14	9	8	2	
6	230	4	8	8	8	12	7	7	11	21	10	18	13	
Total no. of catch		113	122	165	153	152	169	193	156	180	166	138	112	15
Rate of exploitation (%)		10.1	10.9	14.7	13.7	13.6	15.1	17.2	13.9	16.7	16.7	14.7	15.0	13.9
Rate of exp. (survival) (%)		2.5	2.9	2.7	1.9	2.8	3.0	3.5	2.1	2.1	1.6	1.5	1.3	.9

Remark: Omitted "Nawamawari".

Table 4. Catch distribution of fish hooked in order basket.

Period of Expedition	No. of operation	Rate of exploitation (%)						
		Order of basket						
		1～50	～100	～150	～200	～250	～300	～350
Dec. 4～26, '52	16	3.62	3.28	4.48	3.90	5.32	5.50	5.81
Jan. 24～Feb. 4, '53	12	3.97	4.50	6.07	7.90	7.53	8.04	8.15
Mar. 15～26, 〃	10	5.40	7.04	6.76	7.88	8.64	9.92	7.75
Jul. 5～31, 〃	22	4.20	4.42	4.48	5.11	5.28	5.13	4.65
Aug. 6～23, 〃	14	4.49	7.19	6.49	7.99	9.28	8.66	7.57
Sept. 1～19, 〃	15	2.83	2.69	2.59	3.70	9.72	3.27	3.89

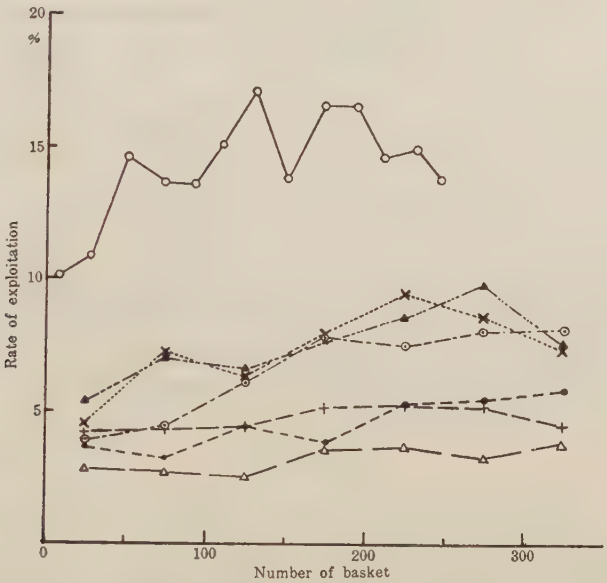


Fig. 1. Horizontal distribution along the main line.

Mark	Period of Expedition	Name of boat
●:	Dec. 4～ 26, '52	Sagami-maru
⊙:	Jan. 24～Feb. 4, '53	
▲:	Mar. 15～ 26, 〃	
+:	July 5～ 31, 〃	
×:	Aug. 6～ 23, 〃	
△:	Sept. 1～ 19, 〃	
○:	Apr. 8～May 6, '55…	No. 21 Kuroshio-maru

以上，いずれも揚縄初端より終端にかけて漁獲が増大するばあいが多いことから，漁獲分布を決定する主要因として鈎の滞水時間があげられ，餌の鮮度，喰われものなどを調べた上で，滞水時間の限度が決定されよう。

終りに，御懇切な御指導を賜わつた田内博士，資料をお貸し下さつた日魯漁業管野進氏ならびに神奈川県水試河口喬太郎氏に心からお礼を申し上げる。

文　　献

1) YOSHIHARA, T.: Jour. Tokyo Univ. Fish., Vol. 41 (1), 1954.
2) 吉原友吉: 本誌 **16** (8), 1950.

METABOLISM OF RADIONUCLIDE IN FISH-II STRONTIUM-CALCIUM DISCRIMINATION IN GILL EXCRETION*

Ryushi Ichikawa, Mikio Oguri and Naoko Fukuda**

(Received September 1, 1961)

Gills of fishes as well as digestive tract, play an important role in the absorption of minerals from the environmental water. Therefore, the authors have investigated the behaviour of strontium and calcium in the gill absorption of fishes and reported in the previous paper[1] that strontium-calcium discrimination was different between fresh water and marine fishes.

On the other hand, it is well known that gills of fishes, besides kidneys, take a significant part in the excretion of minerals[2]. In mammals there are many studies on the behaviour of strontium and calcium in the renal excretion.[3),4] Few reports, however, have been presented in fishes, on these problems. It is necessary to investigate the behaviour of strontium and calcium in the branchial excretion for the understanding of overall behaviour of these minerals in fish body. Using the gill-perfusion technique, the authors investigated the discrimination rate of strontium and calcium in branchial excretion. Present paper is concerned with these results obtained.

Method

Japanese eel, *Anguilla japonica*, obtained through a fishmonger, was used in this study. Method for gill perfusion is illustrated in Fig. 1 and is the same substantially as described in the previous paper.[1] This apparatus was modified from Key's original and Schiffman's ones.[5),6] In the following explanation, only the points differing from the previous method are described.

This apparatus consists of double perfusion system in which the internal perfusion medium enters into blood vessels at the bulbus arteriosus adjacent to the heart and is collected into a waste bottle via dorsal aorta, whereas the external perfusion medium is led into the buccal cavity and collected into a test tube via the branchial slit and polyvinyl tube which is connected to the slit. As the external perfusion medium, the artificial fresh water containing 10 mg. Ca per 1000 ml was used.*** As the internal perfusion medium, Key's physiological saline solution,*** blood serum of horse (Ca; 9.8 mg %) or serum of eel (Ca; 13.5 mg %) were used. This serum of horse was obtained at the Tokyo Metropolitan Meat Inspector Office and that of eel was collected at Sanwa Fresh Water Fish Co. Ltd. These internal perfusion media

* Presented to the 3rd General Meeting of the Japan Radiation Research Society, Tokyo, July, 1961.
** National Institute of Radiological Sciences, Chiba, Japan (放射線医学総合研究所).
*** Refer to the previous paper.[1]

were labelled with Sr-89 and Ca-45 (total activity; about 3×10^4 cpm/ml) and introduced into blood at the bulbus arteriosus via polyvinyl tube with the aid of pulsation of autodispenser. During the circulation in the blood vessels of gills, excretion of strontium and calcium from internal to external medium occurred at the gill membrane.

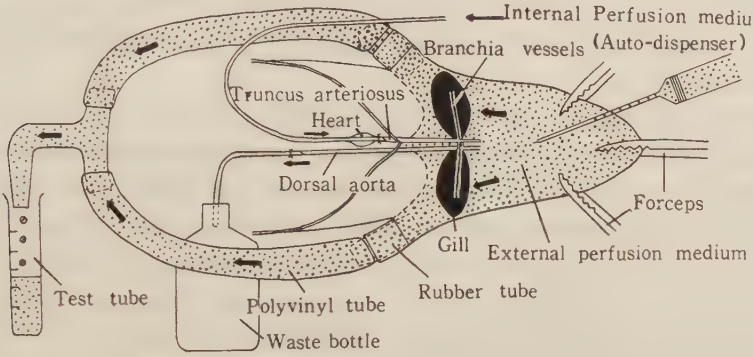


Fig. 1. Schematic view of perfusion apparatus.

The activity of Sr-89 and Ca-45 in the external perfusion medium collected successively in test tube, was measured separately using aluminium absorber. The ratios of Sr-89 to Ca-45 in test tube were compared with those in the internal perfusion medium. The strontium-calcium discrimination rate in the gill excretion ($DR_{\text{gill excretive}}$), defined as Sr/Ca in the external perfusion medium: Sr/Ca in internal perfusion medium, was calculated.

Results and Discussion

Firstly, gill-perfusing experiment was carried out on five eels, using KEY's physiological saline solution as the internal perfusion medium. The results obtained in this experiment are summarized in Table 1-A. In Fig. 2 is plotted the ratio of the activity of strontium-89 to that of calcium-45 in test tubes collected successively in one example, where the ratio of these activities (Sr-89:Ca-45) in the internal perfusion medium is 0.281. As shown in Table 1-A and in this Fig. 2, the values of ratio of the activity of Sr-89 to that of Ca-45 in the external perfusion medium are always below those in the internal perfusion medium. From these results, it can be said that in case of using the physiological saline solution as the internal perfusion solution, discrimination is observed between strontium and calcium and calcium is more easily excreted than strontium from the gills of fishes.

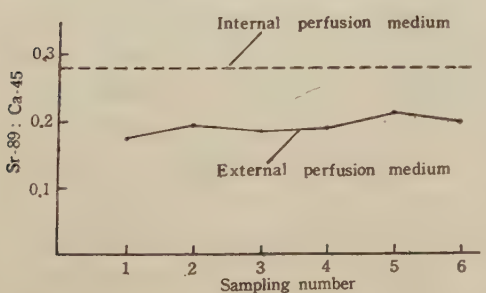


Fig. 2. Ratio of Sr-89 to Ca-45 in test tube collected in the gill-perfusing experiment using KEY's physiological saline solution.

In the previous paper,[1] authors reported that the strontium-calcium discrimination factor at the gill absorption was 0.74 in case of fresh water eel. Similar value was obtained in discrimination rate in the branchial excretion of these minerals. It can be stated, therefore, that calcium is absorbed and excreted more easily than strontium from gills of fishes. In this connection, the report of SINGER et al[7] is interesting, that calcium is more easily excreted than strontium in the endogenous excretion in large intestine of rat.

In case of using blood serum of horse, some different results were obtained. Fig. 3-A shows the result of one example among the five perfusion experiments performed with this blood serum. Discrimination rate between strontium and calcium in gill excretion in this experiment is given in Table 1-B. Mean value of this discrimination rate is 1.00 or so, in other words, no discrimination can be observed between these two minerals in gill excretion. Fig. 3-B shows one example from the results obtained in the gill perfusion experiments using blood serum of eel.

Table 1. Strontium-calcium discrimination rate in the gill excretion of Japanese eel, *Anguilla japonica*. Three kinds of media (A, B, and C) were used as the internal perfusion medium.

A) Physiological saline solution

Fish No.	Sr-89:Ca-45 in internal perfusion medium	Sr-89:Ca-45 in external perfusion medium	$DR_{gill\ excretive}$
1	0.281	0.195	0.69
2	0.226	0.181	0.80
3	1.080	0.741	0.69
4	0.711	0.533	0.75
5	0.701	0.548	0.78
		Mean	0.74±0.05

B) Blood serum of horse

1	0.647	0.615	0.95
2	0.612	0.630	1.03
3	0.609	0.609	1.00
4	0.490	0.475	0.97
5	0.507	0.532	1.05
		Mean	1.00±0.04

C) Blood serum of eel

1	0.475	0.437	0.92
2	0.473	0.405	0.86
3	0.648	0.575	0.89
4	0.640	0.585	0.91
		Mean	0.90±0.03

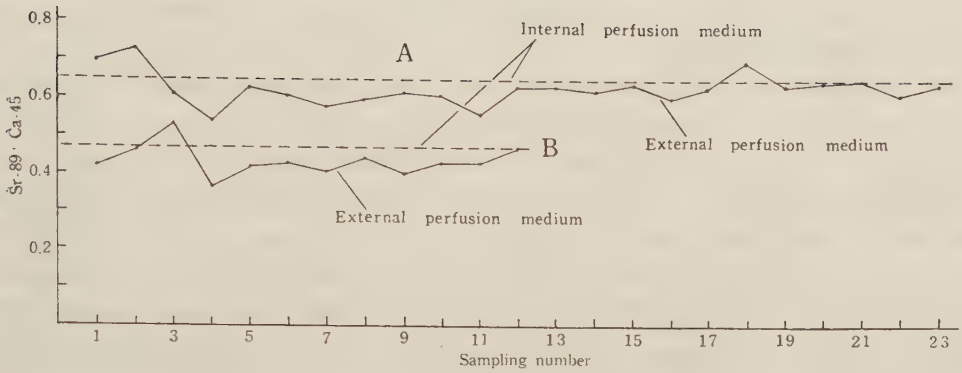


Fig. 3. Ratios of Sr-89 to Ca-45 in test tube collected in the gill-perfusing experiments using blood serum of horse (A) and serum of eel (B).

Each 50 ml of this serum was used to one experiment and four perfusion experiments were carried out. The results obtained are listed in Table 1-C. In these experiments, mean values of $DR_{\text{gill excretive}}$ is obtained as 0.90, namely, calcium is a little more easily excreted from the gills of eels in case of using eel serum as the internal perfusion solution. Generally speaking, it is very difficult to obtain large amount of eel blood. Prior to this experiment, about 200 ml of blood serum of eel was collected through the kindness of Sanwa Fresh Water Fish Co., Ltd.

As already mentioned above, different values were obtained for the discrimination rate between strontium and calcium, in accordance with the difference of internal perfusion solution used. This difference seems to be ascribable to the different nature of calcium and strontium contained in each medium. In physiological saline solution, these two minerals are solved in ionic state. On the contrary, in the blood serum large part of these minerals is bound to plasma protein. According to Samachson and Lederer,[8] more calcium is bound to protein than strontium, i.e., more strontium remaining in a free form. Therefore, the result obtained by using blood serum of eel seems to be rather natural.

No report seems to be available on the behaviour of strontium and calcium in the gill excretion of fishes as well as in the renal excretion. As for the discrimination in the excretion of mammalian kidneys, however, many studies were reported. In the urinary excretion of rat, for example, strontium-calcium discrimination factor was reported by Comar et al[3] as 0.68 and 0.34 in animals fed with milk and commercial diet, respectively. Moreover, this discrimination factor (DF_{urinary}) in man was obtained by same authors[4] as 0.87. These values were calculated indirectly from the following formula.

$$DF_{\text{urinary}} = OR^{*}_{\text{body-diet}} : DF_{\text{absorptive}}$$

* Observed Ratio which is defined as Sr/Ca in body : Sr/Ca in diet. Refer to the previous paper[1] for detail.

Its contribution to overall discrimination in these animals is important as much as that in intestinal absorption.

On the other hand, in fishes, as reported in the previous papers,[9),1)] "Observed ratio" between environmental fresh water and fish body ($OR_{\text{fresh water-fish body}}$) was 0.4 in case of rainbow trout, *Salmo gairdnerii irideus*, and discrimination factor at the gill absorption was 0.74 in eel, *Anguilla japonica*. Therefore, it is conceivable that there are excretory organs in which large discrimination may occur in the behaviour of strontium and calcium, and strontium is excreted more abundantly than calcium. In the gill excretion, however, calcium is a little more easily excreted than strontium. Hence, calling attention to the kidney excretion should be important. According to BLACK,[10)] in fish body the bivalent minerals such as calcium and magnesium are excreted mainly via kidney, whereas the monovalent minerals such as sodium and potassium are excreted through the gill membranes. Further investigation is being undertaken on the behaviour of strontium and calcium in the excretion from piscian kidneys.

Summary

Gill-perfusing experiment was carried out, using Japanese eel, *Anguilla japonica*, to investigate the behaviour of strontium and calcium at the gill excretion in fishes. As the internal perfusion solution, various media were used, such as KEY's physiological saline solution, blood serum of horse or that of eel, and the following results were obtained.

1) In case of using the physiological saline solution, the discrimination was observed between strontium and calcium, and calcium is more easily excreted than strontium at the gill excretion of these minerals. The discrimination rate ($DR_{\text{gill excretive}}$) was 0.74 in this case.

2) In case of using the blood sera of horse and eel, this rate of discrimination was 1.00 and 0.90, respectively. In the former case, in other words, no discrimination was observed between the behaviour of strontium and calcium. In the latter case, which corresponded to the natural condition of eel, calcium was excreted a little more easily than strontium.

3) Discussion was made on these various discrimination rates obtained in the perfusion experiments of gill excretion. Strontium-calcium discrimination in gill excretion does not seem to contribute much to overall discrimination between water and fish body.

The authors wish to express their cordial thanks to Dr. T. FUKAZAWA, Tokyo Metropolitan Meat Inspector Office, and Mr. T. SANO, Tokyo University of Fisheries, and members of Sanwa Fresh Water Fish Co. Ltd., for the facilities they gave to authors during the collection of blood sera of horse and eel.

References

1) Ichikawa, R. and M. Oguri: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **27**, 351-356 (1961)*
2) Krogh, A: "Osmotic Regulation in Aquatic Animals". Cambridge Univ. Press, London (1939)
3) Comar, C. L., R. H. Wasserman and M. M. Nold: *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.* **92**, 859-863 (1956)
4) Comar, C. L., R. H. Wasserman, Sven Ullberg and C. A. Andrews: *Ibid.*, **95**, 386-391 (1957)
5) Key, A. B.: *Z. vergl. Physiol.*, **15**, 352-363 (1931)
6) Schiffman, R. H.: *Biol. Bull.* **120**, 110-117 (1961)
7) Singer, L., M. Maqsood, A. B. Medlen and C. L. Comar: *Arch. Biochem. Biophys.* **66**, 404-410 (1957)
8) Samachson, J. and H. Lederer: *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.* **98**, 867-870 (1958)
9) Ichikawa, R.: *Rec. Oceanogr. Works in Jap.* **5**, 120-131 (1960)
10) Black, V. S.: "Excretion and Osmoregulation" In Physiology of Fishes, edited by Brown, M. E., Acad. Press, New York (1957)

* Dr. Rosenthal found the Sr-Ca discrimination in fish in his recent work (*Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.* **104**, 88-91, 1960). Therefore, the description in this report, that he found no discrimination, should be corrected.

GILL ABSORPTION AND TISSUE DISTRIBUTION OF SOME RADIONUCLIDES (CR-51, HG-203, ZN-65 AND AG-110m. 110) IN FISH*.

Takashi Hibiya** and Mikio Oguri***

(Received Sep. 13, 1961)

The effluent from factories often contains many poisonous factors and gives the lethal effects to the fish living in the river polluted by the waste water. Metals such as chromium, copper, lead, mercury and zinc, for example, are known to act as acute poisons to fish. Transferring fish into the dilute salt solution of some of these heavy metals, the body surface of fish is covered by a veil-like film and also the gill filaments are coated by a thick pad. Furthermore, pathological changes take place at kidney, liver, intestinal tract and so on, and eventually fish is led to death by suffocation and other obstacles.

On the other hand, it is well known that the gill of fish, in addition to the intestinal tract, takes a great role in absorption of nutrient minerals. In the case of pathological investigation of above mentioned poisonous metals on fish also an attention should be directed to the gill absorption of these metals. To estimate the absorption rate of these metals at gill of fish and elucidate pathological changes to be induced in the case of chronical action by these metals, some investigations were carried out, using radioactive nuclides.

Experimental Methods

Japanese eel, *Anguilla japonica* and goldfish, *Carassius auratus* were employed in this study. Radioactive nuclides used were Zn-65 ($ZnCl_2$) and Hg-203 ($Hg(NO_3)_2$) provided from Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, and Ag-110 m.110 ($AgNO_3$) and Cr-51 ($CrCl_3$) furnished from The Radiological Center of Amersham, England. All these nuclides are gamma-emitters and so Tohshiba's well type scintillation counter, Model UDS-24301 was used for the counting of radioactivity.

For the measurement of absorption rate of these metals from the gill, perfusion experiments were carried out using the gills of eels weighing about 200 gm.. This method of perfusion was fully explained in the other report[1] of one of the authors and so no detail of this method is described here. As the external perfusion medium the artificial fresh water labelled with radionuclide was used and the temperature of this medium was 20-22°C.. Meanwhile the Key's physiological saline solution was used

* Read before the Annual Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, Apr. 7, 1961

** Fac. Agr., Tokyo Univ., Tokyo, Japan. (東京大学農学部: 日比谷京)

***National Inst. Radiol. Sci., Chiba, Japan. (放射線医学総合研究所: 小栗幹部)

as the internal perfusion medium. Using the following equation, the amount of metals through the gill for one hour was calculated from the results obtained in the measurement of activity of radionuclides.

Equation:

$$M_{abs}=M_{ex}\times\frac{M_{in^*}}{M_{ex^*}\times V}\times v\times 60$$

In which: M_{abs}; the amount of metals absorbed (mg/hour), M_{ex}; metal concentration in the external perfusion medium used (mg/100 ml), M_{in^*}; activity of radionuclides in the perfusate (V ml) collected from dorsal aorta (cpm/V ml), M_{ex^*}; activity of radionuclides in the external perfusion medium (cpm/100 ml), and v; perfusing speed of KEY's physiological saline solution (ml/min).

To investigate the distribution and accumulation of the metals in fish bodies, above mentioned radionuclides were injected once into the air bladders of goldfishes. Injected dose of radionuclides and rearing days are listed in Table 1. After certain days of rearing, all these fishes were dissected and radioactivity of various organs was counted.

Table 1. Experimental data on the distribution and accumulation of various radionuclides.

Nuclides	Fish No.	Sex	Body weight	Injected dose	Rearing days
Zn-65	1	M*	11.5 gm.	9.3 μc	7
	2	〃	15.7	〃	〃
	3	〃	14.3	〃	〃
	4	F*	15.7	〃	9
	5	〃	20.4	〃	〃
Hg-203	1	F	11.2	7.6	6
	2	〃	13.8	〃	〃
	3	M	9.1	〃	8
	4	〃	11.9	〃	〃
	5	〃	13.0	〃	〃
Cr-51	1	F	17.5	13.0	3
	2	M	11.3	10.0	10
	3	F	18.0	13.0	11
	4	〃	13.1	〃	〃
Ag-110 m. 110	1	M	11.4	7.5	5
	2	F	13.4	〃	〃
	3	M	11.9	〃	〃
	4	F	10.8	〃	7
	5	〃	11.0	〃	〃
	6	〃	11.7	〃	〃

* M, Male; F, Female

Results and Discussion

Results obtained are summarized in the following Table 2 and Fig. 1. Table 2 concerning the absorption rate of these metals shows that fish absorbs more readily

Table 2. Amount of zinc, mercury, chromium and silver absorbed through the gills for one hour.

Kind of metal	Fish No.	V (ml)	v (ml/min.)	M_{ex*} (cpm)	M_{in*}(cpm)	M_{abs} (mg/hr)	Concentration of stable metals
Zinc	1	40	1.4	95×10^5	54.7± 4.5	0.9×10^{-6}	0.74 ppm
	2	〃	1.3	〃	45.2± 5.3	0.7×10^{-6}	
	3	50	〃	〃	174.1± 5.1	2.1×10^{-6}	
	4	60	1.2	〃	438.7±23.8	4.1×10^{-6}	
Mercury	1	5	0.8	86×10^5	78.3±20.9	0.6×10^{-5}	0.74 ppm
	2	〃	1.0	76×10^5	25.7± 5.9	0.3×10^{-5}	
	3	〃	〃	58×10^5	206.5±98.2	3.2×10^{-5}	
	4	〃	〃	44×10^5	150.6±16.1	3.0×10^{-5}	
Chromium	1	50	1.0	71×10^5	15.5± 4.3	1.9×10^{-8}	0.073 ppm
	2	〃	0.8	60×10^5	7.2± 2.6	0.8×10^{-8}	
	3	37	0.8	55×10^5	8.9± 2.6	1.5×10^{-8}	
	4	70	1.1	47×10^5	5.4± 2.4	0.8×10^{-8}	
Silver	1	39	1.1	195×10^5	65.2± 4.3	4.2×10^{-7}	0.74 ppm
	2	30	2.1	193×10^5	17.3± 4.4	2.8×10^{-7}	
	3	45	0.9	189×10^5	25.0± 4.3	1.2×10^{-7}	
	4	50	1.4	155×10^5	14.4± 4.3	1.2×10^{-7}	

than has been conceived in the past[2]. Mercury, among the metals investigated, is most easily absorbed, having the absorption rate of $0.3-3.2\times10^{-5}$ mg per hour. This is very interesting from the public healthy point of view, because it is now said that the cause of Minamata disease is eating the fishes containing organic mercury compounds. On the other hand, it was demonstrated from the experimental results of Miura and Tsunazima[3], and Saiki et al[4] that zinc was readily accumulated from external environmental water by fish via digestive tract and gill. According to Ichikawa[5], the concentration factor of zinc is about 540-4400, i.e. this metal is concentrated very actively by fish. Judging from above mentioned relatively high rate of gill absorption of zinc, it is supposed that gill, in addition to digestive tract, plays a important role in accumulation of zinc. It was reported by Knoll and Fromm[6] using rainbow trout that the uptake of hexavalent Cr-51 from the environmental water seemed to take place mainly through the gill. But the uptaking rate of chromium through this gill in case of using trivalent Cr-51 is low, as shown in the present perfusion experiment.

As for the distribution and accumulation of radioactive metals injected into fish, the results obtained are different according to the kind of radionuclides. Zn-65 is

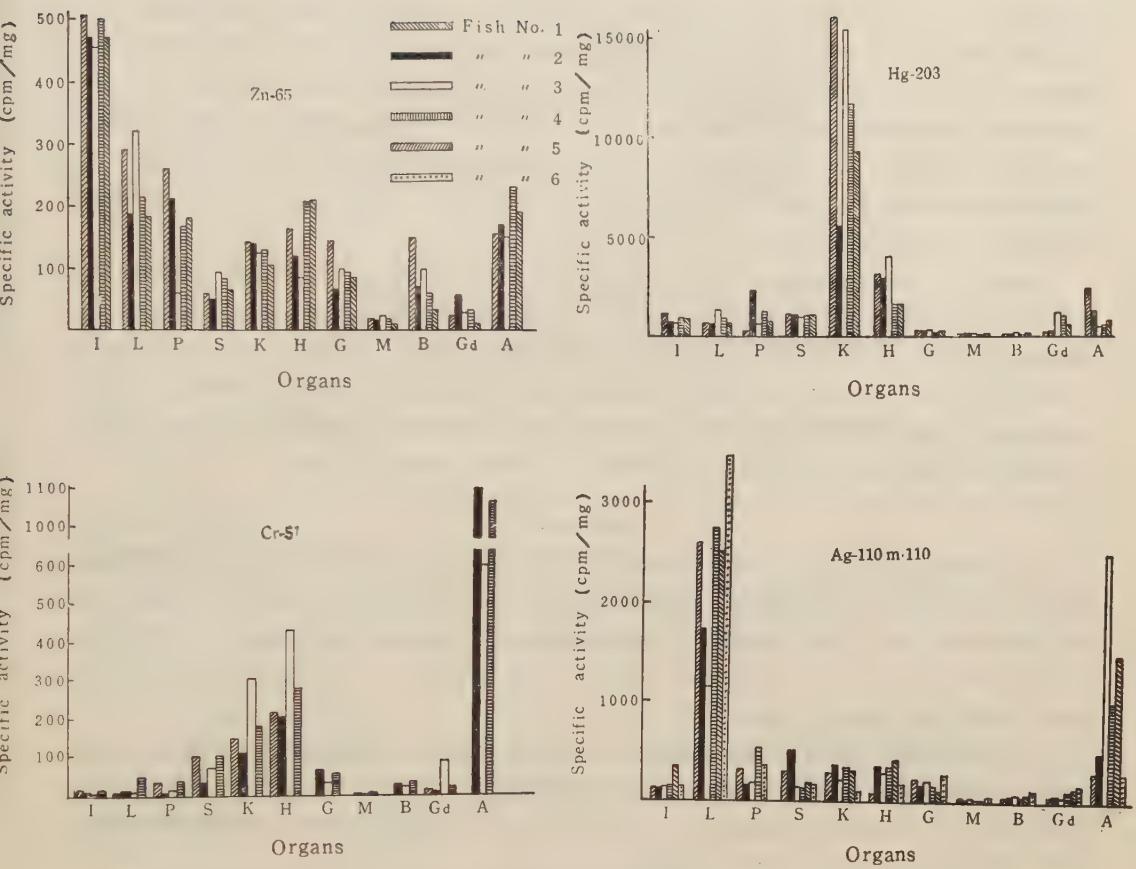


Fig. 1. Radioactivity of Zn-65, Hg-203, Cr-51 and Ag-110 m. 110 in various organs of goldfish injected with these radionuclides. I; Intestine, L; Liver, P; Pancreas, S; Spleen, K; Kidney, H; Head kidney, G, Gill, M; Muscle, B; Back bone, Gd; Gonad and A; Air bladder.

distributed and accumulated most abundantly in intestine, and next in liver, pancreas and head kidney. From this result, it is supposed that zinc is excreted actively into the digestive tract. SAIKI et al[4] observed, using medaka, *Oryzias latipes*, that Zn-65 was excreted actively at intestine and accumulated little in muscle. SHELINE et al[7] found also that zinc was excreted abundantly into intestine of rat. Furthermore, FEASTER et al[8] investigated the distribution of Zn-65 in adult rat and observed that this element was accumulated in high rate in kidney, and then in liver and pancreas after 4 days of injection. Recently WAKELEY et al[9] examined, using 69 male rats, the distribution of Zn-65 in 14 organs and ascertained this tendency, excepting dominant deposition in prostate.

Mercury is accumulated very abundantly on kidney as shown in Fig. 2 and this result agrees that of FRIBERG[10]. He investigated the distribution of labelled mercuric chloride in rats injected subcutaneously and observed that this nuclide was accumulated

actively on kidney, more lessly in liver. Concerning Cr-51, on the other hand, Fig. 1 shows that the activity of this nuclide is very high in air bladder. From this it is supposed that chromium has a strong affinity to collagenous fibers of air bladder. Of course the deposition in injected place is conceivable, because this nuclide is little absorbed. Except for this organ, Cr-51 is accumulated actively on head kidney. It was demonstrated by KRAINTZ and TALMANGE[11] that Cr-51 was deposited in the reticuloendothelial system of kidney and bone marrow.

Lately, it was ascertained from the present investigation that silver intaken by fish was accumulated selectively on liver. This result agrees that obtained by GAMMILL et al[12]. They demonstrated that radioactive silver (Ag-111) was accumulated mainly on liver in rat and mice injected intravenously or intraperitoneally. As a conclusion these results obtained may give the valuable suggestion in the further pathological studies on the chronical effects of these poisons to fish.

Summary

1) Absorption rate of some poisonous metals from the gill of fish was measured using the radioactive nuclides. Fish used was Japanese eel, *Anguilla japonica* and the following result was obtained. Zinc, mercury, chromium and silver are absorbed at the rate of $0.7-4.1\times10^{-6}$, $0.3-3.2\times10^{-5}$, $0.8-1.9\times10^{-8}$ and $1.2-4.2\times10^{-7}$ mg per hour, respectively.

2) Distribution and accumulation of above mentioned nuclides in goldfish body was investigated. The results obtained are different according to the kind of nuclide. Zinc, mercury, chromium and silver are accumulated abundantly on intestine, kidney, head kidney and liver, respectively.

The authors wish to express their cordial thanks to Dr. R. ICHIKAWA, National Institute of Radiological Sciences, for his kind advice given to authors during the experiment.

References

1) ICHIKAWA, R. and M. OGURI: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **27**, 351-356 (1961)
2) CARPENTER, K. E.: *J. exper. Zool.* **56**, 407-422 (1930)
3) MIURA, Y. and S. TSUNAZIMA: *Kagaku* (in Japanese), **26**, 314-315 (1956)
4) SAIKI, M., T. YASUMOTO and T. MORI: *Proc. 2nd Confer. Radioisotopes* (in Japanese), 576-590 (1958)
5) ICHIKAWA, R.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **27**, 66-74 (1961)
6) KNOLL, J. and P. O. FROMM.: *Physiol. Zool.*, **33**, 1-8 (1960)
7) SHELINE, G. E., I. L. CHAIKOFF, H. B. JONES and M. L. MONTGOMERY: *J. Biol. Chem.* **149**, 139-151 (1943)
8) FEASTER, J. P., S. L. HANSARD, J. T. MCCALL and G. K. DAVIS: *Amer. J. Physiol.*, **181**, 287-290 (1955)
9) WAKELEY, J. C. N., B. MOFFATT, A. CROOK and J. R. MALLARD: *Intern. J. Appl. Radiation and Isotope*, **7**, 225-232 (1960)
10) FRIBERG, L.: *Acta Pharmacol. Toxicol.*, **12**, 411-427 (1956)
11) KRAINTZ, L. and R. V. TALMAGE: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **81**, 490-492 (1952)
12) GAMMILL, J. G., WHEELER, B., CAROTHERS, E. L. and P. F. HAHN: *Ibid.*, **74**, 691-695 (1950)

サケ・マス類の脂質—I.

マス肝臓アセトン可溶性脂質

羽田野六男・座間宏一・五十嵐久尚

(1961 年 9 月 27 日受理)

LIPIDS OF SALMONOID FISHES—I.
ACETONE-SOLUBLE LIPID FROM LIVER OF SALMON, *ONCORHYNCHUS MASOU*.*

Mutsuo Hatano, Kōichi Zama and Hisanao Igarashi**

The acetone-soluble lipid was obtained in the yield of 6.54% from liver of salmon, *Oncorhynchus masou*.

This lipid had the properties as shown in Table 1.

The composition of the fatty acids of the acetone-soluble lipid was as follows: saturated C_{14} 1.8, C_{16} 10.8, C_{18} 3.7, C_{20} 0.3, unsaturated C_{14} 0.2 (−2.0 H), C_{16} 1.1 (−2.0 H), C_{18} 35.6 (−2.7 H), C_{20} 24.4 (−6.4 H), C_{22} 21.5 (−7.2 H) and C_{24} 0.6%.

サケ・マス類肝油については Lea および Tolle[1], 大島ら[2], Schmidt-Nielsen ら[3], 著者ら[4], またマスノスケ肝油については辻本ら[5] の報告が見られる。著者らは水産動物臓器脂質成分の系統的な検索を行なつているが, 本報ではマス肝臓アセトン可溶性脂質の性状, 主としてその脂肪酸組成について述べる。なお複合脂質成分については次報にゆずる。

実験および結果

脂質抽出液の溶剤留去, 濃縮などの操作はすべて減圧下炭酸ガス気流中で行ない, 沃素価は Wijs 法によつて測定した。

試料: 1959 年 6 月北海道日高沖で捕獲, 冷凍, 運搬されたマス *Oncorhynchus masou* より解凍後摘出した肝臓 18.19 kg を用いた。

アセトン可溶性脂質の分離: Fig. 1 に示すごとくマス肝臓を 3 倍量のアセトンで 6 回, 室温で抽出, 抽出液よりアセトンを留去, エーテルで抽出, エーテル抽出物をさらに 10 倍量のアセトンで処理し, アセトン可溶部 1090g を得た。

アセトン処理残渣を 3 倍量の 95% エタノールで 3 回, 次いでエーテル抽出を行ない, これらの抽出物および前記アセトン抽出画分より得たアセトン不溶部を合し, 計 391g の脂質を得た。このものを 5 倍量の $CHCl_3$/MeOH (2 : 1) に溶解, Folch's washing[6] を 3 回行ない, クロロホルム層をとり, 乾燥後クロロホルムを留去, 381g の脂質を得た。このものを等量のエーテルに溶解, その 6 倍量のアセトンで処理し, アセトン可溶部 101g, 不溶部 280g を得た。前者は前記アセトン可溶部と合し, いわゆるアセトン可溶性脂質 (計 1191g) として本実験に用い, 後者は複合脂質としてレシチンおよびケファリンの調製に用いた。

---

* 昭和 35 年 日本水産学会秋季大会 (仙台) にて講演.

** 北海道大学水産学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Faculty of Fisheries, Hokkaido Univ., Hakodate, Japan).

昭和 34 年度 文部省総合研究「水産生物脂質に関する研究」によつた。

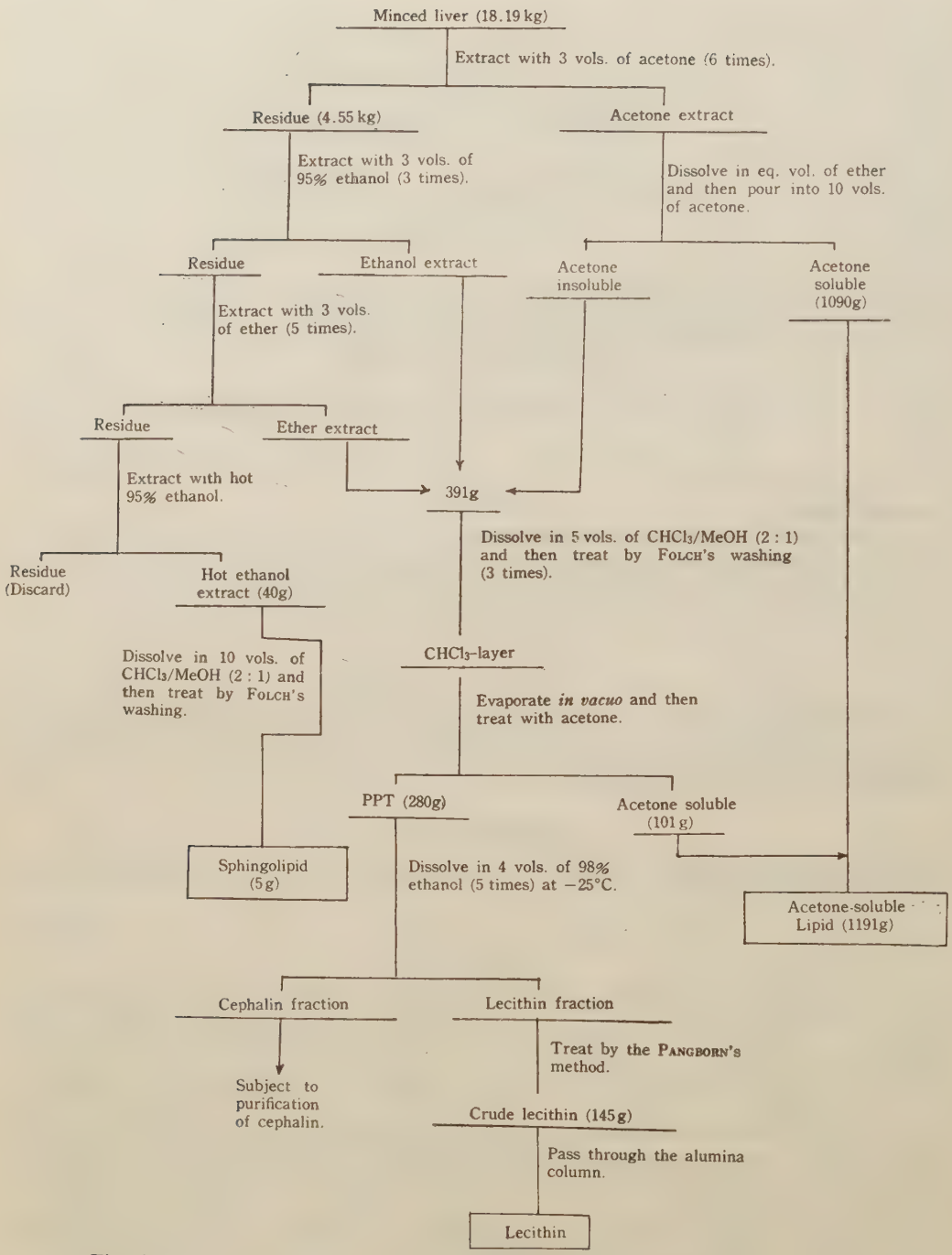


Fig. 1. Extraction and fractionation of lipids from liver of salmon, *O. masou*.

アセトン可溶性脂質の性状は Table 1 に示す。

脂肪酸: アセトン可溶性脂質 792g を常法により鹸化，エーテルで不鹸化物抽出後，混合脂肪酸（中和価 183.1，沃素価 195.1，n_D^{20} 1.4784) 604g を得た。この脂肪酸 160g を常法によりエステル化し 159g のメチルエステル（鹸化価 182.8，沃素価 169.2，酸価 2.4，n_D^{15} 1.4667）を得た。

このエステル 150g を精密に分留し，Table 2 に示す結果を得た。各留分エステルを 20 倍量のアセトンに溶解，10 倍量の $KMnO_4$ を加え，酸化後 2~4 時間還流して不飽和エステルを完全に分解，酸性物質に変化させ，アセトン留去後水を加え，SO_2 を通じて過剰の酸化剤を還元し，エーテル抽出を行なつた。エーテル抽出液は水洗後 K_2CO_3 飽和水溶液で洗滌，酸性物質を除去し，さらに水洗，乾燥後エーテルを留去し定量的に飽和酸メチルを得た。飽和酸メチルの収量と鹸化当量を測定，これと原留分の鹸化当量，沃素価から不飽和酸メチルの諸数値を算出し Table 3 に示す結果を得た。

Table 1. Properties of acetone-soluble lipid.

Appearance, at room temperature	Dark brown liquid
Yield from fresh tissue, %	6.54
Specific gravity, d_4^{15}	0.9418
Refractive index, n_D^{20}	1.4858
Acid no.	50.4
Saponification no.	177.6
Iodine no.	182.5
Unsaponifiable matter, %	10.04

Table 2. Fractional distillation of the mixed methyl esters of acetone-soluble lipid.

Fraction	B.p. ℃/ 2mmHg	Yield		Sapon. no.	Sapon. equiv.	Iodine no.	Refractive index, n_D^{15}
		g	%				
1	145~156	2.5	1.7	219.9	255.2	43.9	1.4462
2	168~173	3.6	2.4	204.8	274.0	48.4	1.4476
3	173~176	3.2	2.1	202.2	277.5	60.1	1.4498
4	176~189	9.3	6.2	195.1	287.6	68.2	1.4518
5	189~193	12.6	8.4	194.5	288.5	75.7	1.4554
6	193~195	12.5	8.3	190.1	295.1	85.2	1.4548
7	195~200	6.8	4.5	189.8	295.6	94.7	1.4564
8	200~207	6.9	4.6	188·6	297.5	97.0	1.4568
9	207~208	14.0	9.3	187.2	299.8	107.8	1.4578
10	208~210	11.5	7.7	181.7	308.8	129.9	1.4614
11	210~213	10.1	6.7	180.1	311.5	139.1	1.4624
12	213~216	4.5	4.0	178.8	313.9	161.5	1.4659
13	216~221	3.9	2.6	178.5	314.4	194.7	1.4713
14	221~222	3.1	2.1	177.5	316.0	227.4	1.4763
15	222~232	2.6	1.7	177.1	316.8	245.1	1.4834
16	232~235	1.4	0.9	172.3	325.6	248.5	1.4842
17	235~240	9.3	6.2	167.9	334.2	249.6	1.4854
18	240~245	9.7	6.5	165.5	339.0	253.8	1.4866
19	245~250	3.8	2.5	164.5	341.1	244.4	1.4898
20	250~260	2.1	1.4	162.7	344.9	218.0	1.4909
21	260~	0.4	0.3	161.7	347.0	177.7	1.4990
22	Residue	16.2	10.9	159.0	352.9	122.8	—

考　　察

脂肪酸組成の算出に当たつては各留分がそれぞれ近接する偶数個の炭素を有する 2 成分よりなるものとしまた Table 3 に示されるように Fract. 15 以下は飽和エステル量が微量にして全体より考えると無視されるため Fract. 15 以下の各留分は不飽和エステルよりなるものとして算出した結果は Table 4 に示す。なお LOVERN[7] の行なつた大西洋産サケ，*Salmo salar* 肝油脂肪酸組成を併記した。

Table 3. Saturated and unsaturated esters of acetone-soluble lipid.

Fraction	Saturated ester			Unsaturated ester				
	Yield, %	Sapon. equiv.	$C_{no.}$ of acid	Yield, %	Sapon. equiv.	Iodine no.	$C_{no.}$ of acid	Unsaturation, —H
1	50.2	248.6	14.4	49.8	261.7	88.2	15.5	2.0
2	46.2	254.6	14.7	53.8	290.5	90.1	17.6	2.1
3	45.6	261.1	15.3	54.4	291.2	110.5	17.7	2.5
4	40.2	267.8	15.8	59.8	300.8	114.0	18.4	2.7
5	35.5	271.8	16.1	64.5	297.7	117.4	18.2	2.8
6	30.0	277.6	16.5	70.0	302.7	121.7	18.5	2.9
7	26.3	279.8	16.7	73.7	301.3	128.5	18.4	3.1
8	24.8	282.4	16.8	75.2	302.5	129.0	18.5	3.1
9	19.5	285.0	17.0	80.5	303.3	133.9	18.6	3.2
10	7.7	293.8	17.7	92.3	310.1	140.7	19.1	3.4
11	7.6	304.9	18.5	92.4	312.1	150.5	19.2	3.7
12	5.2	309.8	18.8	94.8	314.1	170.4	19.4	4.1
13	5.2	311.2	18.9	94.8	314.6	205.4	19.5	5.1
14	5.2	312.9	19.0	94.8	316.2	239.9	19.7	6.0
15	3.5	—	>19.0	100.0	316.8	245.1	19.7	6.1
16	2.8	—	>19.0	100.0	325.6	248.5	20.4	6.4
17	0	—	—	100.0	334.2	249.6	21.0	6.6
18	0	—	—	100.0	339.0	253.8	21.4	6.8
19	0	—	—	100.0	341.1	244.4	21.5	6.6
20	0	—	—	100.0	344.9	218.0	21.7	5.9
21	0	—	—	100.0	347.0	177.7	21.8	4.9
22	0	—	—	100.0	352.9	122.8	22.1	3.4

Table 4. Fatty acid composition of acetone-soluble lipids (%).

Fish \ C_n	Saturated				Unsaturated†					
	C_{14}	C_{16}	C_{18}	C_{20}	C_{14}	C_{16}	C_{18}	C_{20}	C_{22}	C_{24}
Oncorhynchus masou	1.8	10.8	3.7	0.3	0.2 (2.0)	1.1 (2.0)	35.6 (2.7)	24.4 (6.4)	21.5 (7.2)	0.6 (?)
*Salmo salar**	2.7	10.9	1.6	—	0.7 (—)	12.3 (2.0)	32.8 (2.9)	25.8 (5.7)	13.2 (7.8)	—

† The numbers in parentheses are a measure of the unsaturation and indicate the number of atoms of hydrogen required to saturate the fatty acid.
* LOVERN, J. A.[7]

この結果を比較すると，マス肝臓のものは *S. salar* のものに比し C_{16} 不飽和酸が著るしく少なく C_{22} 不飽和酸は比較的多い。また *S. salar* には検出されなかつた C_{20} 飽和酸および C_{24} 不飽和酸の存在も推定できる。

文　　献

1) LEA, C. F., TOLLE, C. D.: *Ind. Eng. Chem.*, **26**, 446 (1934).
2) 大島幸吉・春山久弥・奥田行雄: 水産学雑誌, **49**, 5 (1941).
3) SCHMIDT-NIELSEN, S., SCHMIDT-NIELSEN, S.: *Biochem. J.*, **23**, 1153 (1929).
4) 座間宏一・五十嵐久尚: 本誌, **19**, 1092 (1954).
5) 辻本満丸: 工化 **20**, 711 (1957).
6) FOLCH, J., ASCOLI, I., LEES, M., MEATH, J. A., LE BARON, F. N.: *J. Biol. Chem.*, **191**, 833 (1951).
7) LOVERN, J. A.: *Biochem. J.*, **31**, 755 (1937).

サケ・マス類の脂質—II.

マス肝臓レシチン

座間宏一・羽田野六男・五十嵐久尚

(1961 年 9 月 27 日受理)

LIPIDS OF SALMONOID FISHES—II.
LECITHIN FROM LIVER OF SALMON, *ONCORHYNCHUS MASOU*.*

Kōichi Zama, Mutsuo Hatano and Hisanao Igarashi**

Lecithin was isolated from liver of salmon, *Oncorhynchus masou*, through a cadmium chloride complex and further purified by the alumina adsorption technique. The results obtained in this experiment are shown in Table 1.

Composition of the component fatty acids of lecithin presented in Table 4 shows a difference between the component fatty acid of lecithin and that of acetone-soluble lipid from liver of salmon.

陸上動物肝臓が燐脂質に関する研究の対象として用いられているが，魚類肝臓はほとんどその対象とはされていなかつたが，わずかにブリ肝臓について露木ら[1]の報告がみられる。著者らは前報[2]において，マス *Oncorhynchus masou* 肝臓アセトン可溶性脂質の性状，特にその脂肪酸組成について報告したが，本報ではアセトン不溶性脂質中主としてレシチンについて報告する。なお，ケファリン画分については次報に述べる。

実験および結果

分析法: P は Fiske・Subbarow 法，N は Micro Kjeldahl 法，コリンは Beattie 法[3]，グリセリンは Blix 法[4]，アルデヒドは Wittenberg[5] らの方法，沃素価は Wijs 法によつて行なつた。

粗レシチンの調製: 試料の調製に当たり，抽出液の濃縮，溶剤留去などの操作はすべて減圧下炭酸ガス気流中で行なつた。試料の処理は概略前報[2] Fig. 1 のごとくして行なつた。すなわち，アセトン不溶，エーテル，エタノール可溶画分のエタノール溶液に飽和 $CdCl_2$ 水溶液を沈澱の生じなくなるまで加え，氷室に一夜放置後遠心沈澱し，粗レシチン $CdCl_2$ 複化合物 257g (湿量) を得た。この複化合物を 600 ml のクロロホルムに溶解，等量の 30% エタノールを加え，激しく振盪し脱 $CdCl_2$ をすることを十数回くり返えして得たレシチン-クロロホルム溶液よりクロロホルムを留去し粗レシチン 145g を得た。

粗レシチンのアルミナ・クロマトグラフィー: 粗レシチン 100g を 95% エタノール 3.5l に溶解，一夜氷室に保ち析出する不純物を遠心除去後，アルミナ・カラム (Merck 製アルミナ，400℃ 3 時間活性，900g，アルミナ柱 5×56 cm) を通過させ，さらに 95% エタノールで溶出し精製を行ない Table 1 に示す結果を得た。

* 昭和 35 年 日本水産学会秋季大会(仙台)にて講演；水産動物燐脂質に関する研究 --第 24 報 (Studies on the Phosphatide of Aquatic Animals-XXIV.)

** 北海道大学水産学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Faculty of Fisheries, Hokkaido Univ., Hakodate, Japan).

昭和 34 年度 文部省総合研究「水産生物脂質に関する研究」によつた。

Table 1. Composition of lecithin before and after passage over aluminum oxide.

Fraction†	Eluent,	ml	Yield, g	P %	N %	Choline %	Glycerine %	Iodine no.	N*/P	Choline/P*	Glycerine/P*
Original sample added to column	—	—	—	3.50	1.69	14.39	10.46	107.8	1.06	1.05	1.00
1	95% ethanol,	1000	0.7	2.01	0.87	—	—	76.2	0.95	—	—
2	〃	500	1.5	3.46	1.64	14.15	11.10	116.5	1.04	1.04	1.07
3	〃	〃	5.0	3.48	1.64	14.21	11.10	116.3	1.04	1.04	1.07
4	〃	〃	5.6	3.49	1.64	14.25	11.06	111.3	1.04	1.04	1.06
5	〃	〃	6.2	3.64	1.66	14.40	11.30	110.8	1.00	1.01	1.04
6	〃	〃	7.0	3.60	1.65	14.36	11.16	111.0	1.01	1.01	1.04
7	〃	〃	6.2	3.63	1.63	14.22	11.36	110.3	0.99	1.00	1.05
8	〃	〃	5.0	3.28	1.62	14.09	10.81	111.7	1.11	1.09	1.10
9	〃	〃	2.9	3.53	1.66	14.35	11.06	112.9	1.04	1.03	1.05
10	〃	〃	1.3	3.44	1.67	14.49	10.68	111.3	1.07	1.07	1.04
11	〃	〃	1.1	3.39	1.67	14.52	11.03	108.3	1.08	1.09	1.09
12	〃	〃	1.0	3.61	1.94	—	—	80.7	1.19	—	—
13	〃	〃	0.8	3.60	1.86	—	—	98.5	1.02	—	—
14	〃	〃	0.7	3.50	1.91	—	—	86.9	1.21	—	—
15	〃	〃	0.5	3.39	1.68	—	—	104.3	1.09	—	—
16	Hot 95% ethanol,	2000	3.5	3.41	1.66	14.10	—	102.6	1.08	1.05	—

* Molar ratio † The content of aldehyde in fraction 2–11 is observed a trace.

Table 2. Fractional distillation of the mixed methyl esters of lecithin.

Fraction	B.p. ℃/ 1.5 mmHg	Yield		Sapon. no.	Sapon. equiv.	Iodine no.	Refractive index, n_D^{20}
		g	%				
1	~174	2.7	13.5	216.5	259.2	59.3	1.4493
2	174~180	2.9	14.5	211.2	265.7	81.5	1.4528
3	180~185	2.0	10.0	208.3	269.4	125.2	1.4591
4	185~191	3.5	17.5	199.1	281.8	171.9	1.4670
5	191~201	2.8	14.0	182.3	307.8	240.9	1.4791
6	201~205	2.2	11.0	165.6	338.8	270.9	1.4861
7	205~	1.3	6.5	160.5	349.6	235.3	1.4853
8	Residue	2.6	13.0	159.1	352.7	150.1	1.5017

レシチンの脂肪酸: Table 1 の結果より Fract. 2~11 はほぼ純粋なレシチンと考えられるゆえ，これらの画分を合し，その 45g を 2N·KOH エタノール溶液と 1 時間還流加水分解を行ない，混合脂肪酸（中和価 198.0，沃素価 149.8）25g を得た。この 24g を常法通り H_2SO_4–メタノールでエステル化し，メチルエステル（鹸化価 190.8，沃素価 147.4，n_D^{20} 1.4747）22g を得た。このエステル 20g を精密に分留し，Table 2 の結果を得た。

各留分エステルをそれぞれ 20 倍量のアセトンに溶解，10 倍量の $KMnO_4$ を加え，さらに 2~4 時間還流し不飽和エステルを酸化した。アセトンを留去した後水を加えて SO_2 でマンガン化合物を還元，エーテ

Table 3. Saturated and unsaturated esters of the fatty acid of lecithin.

Fraction	Saturated ester			Unsaturated ester				
	Yield, %	Sapon. equiv.	C_{no} of acid	Yield, %	Sapon. equiv.	Iodine no.	C_{no} of acid	Unsaturation, $-H$
1	51.5	257.8	15.1	48.5	260.8	122.3	15.5	2.5
2	47.1	263.0	15.5	52.9	268.1	154.1	16.1	3.3
3	24.2	267.1	15.8	75.8	270.1	165.0	16.2	3.5
4	21.1	279.4	16.6	78.9	282.3	217.9	17.2	4.8
5	9.5	—	18.0?	90.5	307.8	240.9	19.1	5.8
6	0	—	—	100.0	338.8	270.9	21.3	7.2
7	0	—	—	100.0	349.6	235.3	21.7	6.0
8	0	—	—	100.0	352.7	150.1	21.9	3.8

Table 4. Fatty acid composition of lipids from liver of salmon, *O. masou* (%).

C_n / Fraction	Saturated				Unsaturated†					
	C_{14}	C_{16}	C_{18}	C_{20}	C_{14}	C_{16}	C_{18}	C_{20}	C_{22}	C_{24}
Lecithin*	5.1	13.7	2.4	—	1.6 (2.0)	24.5 (3.2)	15.2 (5.2)	12.6 (6.4)	24.9 (7.8)	—
Acetone-soluble lipid**	1.8	10.8	3.7	0.3	0.2 (2.0)	1.1 (2.0)	35.6 (3.7)	24.4 (6.4)	21.5 (7.2)	0.6 (?)

* Present study ** HATANO, ZAMA and IGARASHI[2].

† The numbers in parentheses are a measure of the unsaturation and indicate the number of atoms of hydrogen required to saturate the fatty acid.

ルで飽和エステルを抽出した。エーテル溶液は水洗後 K_2CO_3 溶液で洗い水洗，乾燥後エーテルを留去し，飽和酸メチルを得た。飽和酸メチルの収量，鹸化当量およびこれらより算出した不飽和酸メチルの数値を Table 3 に示す。これらの結果より各画分が相隣る偶数個の炭素数よりなるものとして，その組成を計算すると Table 4 のごとくになる。

考　　察

マス肝臓より塩化カドミウム複塩法により粗レシチンを分離，さらにアルミナ・カラムクロマトグラフィーにより精製を行なつた。かくて得られたレシチンは Table 1 に示すようにほぼ純粋なものと考えることができるが，ごく微量のアセタールリピドの混入が認められた。

一般にレシチン構成脂肪酸は飽和 C_{16} 酸，不飽和 C_{18} 酸の含量が大であることが知られているが，マス肝臓より得たレシチンの脂肪酸を HILDITCH の酸化法で定量した結果，飽和 C_{16} 酸，不飽和 C_{16} および C_{22} 酸の含量が大であり，また飽和 C_{14} 酸の含量も比較的多いという特異的な脂肪酸組成を示していることが認められた。

アセトン可溶性脂質の脂肪酸組成と比較すると Table 4 に示すように明らかな差異，すなわちアセトン可溶性脂質は不飽和 C_{18}, C_{20} 酸の含量が大なるのに反し，レシチンは飽和および不飽和の C_{16} 酸，不飽和 C_{22} 酸の含量が大である。また不飽和脂肪酸の平均不飽和度はレシチン構成脂肪酸のほうが大であることが認められて，この点肝臓の脂質代謝に関する機能およびレシチンの役割が直接グリセライド代謝には関与す

るというよりは，むしろ組織構成物質として重大であるという最近の学説などと考え合わせて興味ある問題である。

文　　献

1) 露木英男・成瀬宇平：　油化学，**10**，474 (1961).
2) 羽田野六男・座間宏一・五十嵐久尚：　本誌，**27**，1001 (1961).
3) JANE, F., BEATTIE, R.:　*Biochem. J.*, **30**, 1554 (1936).
4) BLIX, G.:　*Mikrochim. Acta*, **1**, 75 (1936).
5) WITTENBERG, J. B., KOREY, S. R., SWENSON, F. H.:　*J. Biol. Chem.*, **219**, 39 (1956).

イカ肉の特臭に関する研究—VI.
雨イカの悪臭成分としての液状酸について*

山西 貞・桐淵寿子・石渡道子

(1961 年 10 月 3 日受理)

STUDIES ON THE CHARACTERISTIC ODOR OF SQUID—VI.
LIQUID ACIDS IN THE UNPLEASANT ODOROUS ISOLATE FROM RAIN SPOILT DRIED-SQUID

Tei YAMANISHI, Toshiko KIRIBUCHI and Michiko ISHIWATA**

It was found that *i*-valeric acid is one of the main components of offensive odor characteristic to rain spoilt dried-squids.

Both *i*-valeric acid, and oxyhexanoic acid previously reported[1] seemed to be produced from leucine, and the amounts of these acids may depend upon the conditions of being spoilt.

Besides *i*-valeric acid, small amounts of acetic-, propionic-, *i*-butyric-, *n*-butyric- and *i*-caproic acid were found in the liquid part of isolate from rain spoilt dried-squids, by gas chromatography. These acids also contributed to the unpleasant odor to some extent.

緒 言

第 IV 報[1] において，雨イカ特有の悪臭の主体は分子式 $C_6H_{12}O_3$ の固体酸であることを報告したが，その構造については未解決であつた。今回これを明らかにする目的で，新たに 1960 年函館産の雨イカ (4～5 等品のスルメ) 15 kg を試料とし，前回[1] と全く同一方法で酸性部を分離したが，今回の試料では，この固体酸の収量はごく少量で，これに比し液状酸が非常に多かつたので当初の目的を変え，この液状酸について調べた。依つてその結果を報告する。

実験および結果

I) 液状酸部の調製

試料は 1960 年夏，函館で製造されたスルメの 4～5 等品で，第 IV 報の試料より悪臭強く，より低級の雨イカを用いた。第 IV 報[1] と同一方法で 15 kg の試料を処理し，強烈な悪臭をもつ橙褐色油状物質を約 7g 得た。これを前回同様，真空デシケーター中に放置したが，2 週間経ても前回と様子が異なり，蠟状物質はごく少量しか析出しなかつた。この蠟状物質を機械的にできるだけ完全にとりのぞき，液状部をそのまま次に記すガスクロマトグラフの試料とした。

一方，蠟状物質は第 IV 報[1] 記載と同一方法で昇華精製し，輝ける針状結晶を得た。この物質の結晶形および昇華温度は前記固体酸と一致した。

II) 液状部のガスクロマトグラフィー

装置は島津ガスクロマトグラフ GC-2A 型，キャリヤーガスはヘリウム，カラムは次の 2 種を用いた。

---

* 本研究は 1961 年 6 月 28 日，日本水産学会関東支部例会で報告した。

** お茶の水女子大学食品化学教室 (Department of Food and Nutrition, Ochanomizu University, Tokyo, Japan).

(a) カラム PEG-Adipate

Polyethylene glycol adipate (エチレングライコールおよびアヂピン酸を *p*-トルエンスルフォン酸の触媒下に加熱して調製した。mp. 約 50°C の白色蠟状物質)[2] を島津製作所製担体シマライト B に 20% 重量の割合に浸ませ，内径 4 mm，長さ 4 m の銅管に充塡したもの。

(b) カラム PEG-6000

市販のポリエチレングライコール 6000 をシマライト B に 23% 重量の割合に浸ませ，内径 4 mm，長さ 2 m の銅管に充塡したもの。

実験条件および結果は Table 1 に示す通りで，両カラムとも，6 ケの顕著なピークを示し，各ピークの酢酸に対する Relative retention time を各種の純粋脂肪酸と比較すると，Table 1 に見るごとく，それぞれ，酢酸，プロピオン酸，*i*-酪酸，*n*-酪酸，*i*-バレリアン酸および *i*-カプロン酸に該当することが判つた。かつカラム出口より流出する各ピーク物質のにおいもそれぞれ該当する酸の臭いと同一であつた。

Table 1. Relative retention times of the acidic components of characteristic odor of rain-spoilt dried-squids and the authentic fatty acids [Relative to acetic acid].

	Column	
	Polyethylene glycol adipate**	Polyethylene glycol 6000***
Acidic isolate from rain-spoilt dried-squids		
Peak		
1	1.00	1.00
2	1.36	1.39
3	1.47	1.52
4	1.87	1.91
5	2.13	2.17
6	3.76	3.88
Authentic acid		
Acetic	1.00 (14.7 min)	1.00 (6.0 min)
Propionic	1.34	1.42
i-Butyric	1.48	1.55
n-Butyric	1.89	2.06
i-Valeric	2.20	2.32
n-Valeric	2.87	2.95
i-Caproic	3.71	3.99
n-Caproic	4.30	4.92
Column efficiency* for		
i-Valeric acid	1678	937
Acetic acid	784	400

* Given in number of theoretical plates for 1 μl sample calculated by the formula, $n = 16D^2/W^2$ where D = distance from air peak to peak maximum and W = width of peak at the base measured between tangents to the peak inflection points[3].

** Temperature, 150°C; Helium flow rate, 26 ml/min; Pressure, 0.8 kg/cm²; Column length, 4 m; Sample size unknown 10 μl, authentic acid 1 μl.

*** Temperature, 160°C; Helium flow rate, 27 ml/min; Pressure, 0.6 kg/cm²; Column length 2 m; Sample size, unknown 10 μl, Authentic acid 1 μl.

而してバレリアン酸に該当するピーク No. 5 は Fig. 1 に示すクロマトグラムに見るごとく，他のピークに比し，圧倒的に大きく，その量的割合を各標準酸 1 μl に対するピーク面積から計算すると，Table 2 に示す通り，全酸量の約 63% に当たつた。

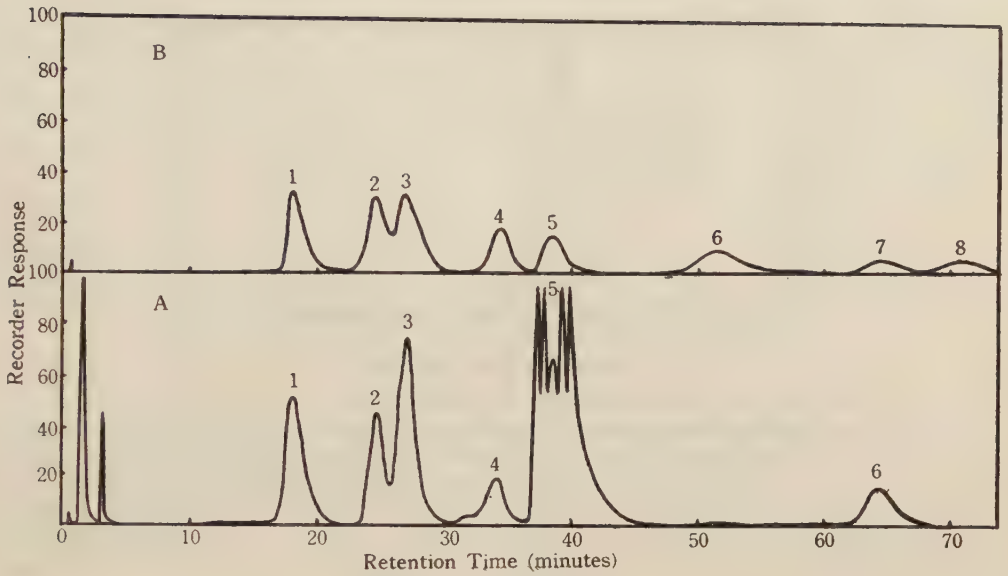


Fig. 1. Gas chromatograms

A. Acidic isolate of Rain-spoilt Dried-squids, 10μl. B. Mixture of the 8 Authentic acids, 4μl.

Conditions: Columm, PEG-Adipate; Temperature, 150°C; Pressure, 0.8 kg/cm²; Flow, 26 ml/min.; Carrier gas, Helium; Span, A (2 mv), B (8 mv).

Table 2. Relative quantities of acids in the acidic isolate from rain spoilt dried-squids.

Acid in the isolate	Peak number on gas chromatogram of the isolate	Area of peak (cm²)	Area of 1μl authentic acid (cm²)	μl of acid corresponded to peak area	Relative quantity of acid
Acetic	1	9.4	62.4	0.150	1.0
Propionic	2	9.9	50.7	0.195	1.3
i-Butyric	3	17.9	58.3	0.304	2.0
n-Butyric	4	8.7	46.1	0.189	1.3
i-Valeric	5	90.0	51.0	1.765	11.8
i-Caproic	6	7.2	33.6	0.215	1.4

ゆえに，ピーク No. 5 に相当する物質が悪臭の主要成分と考えられたので，これが確かに *i*-バレリアン酸であるかどうかを確認するため，次にのべる実験を行なつた。

なお，上記ガスクロマトグラフィーにおいて，試料注入量は 10μl であつたにもかかわらず，ピーク面積から総酸量を計算すると，約 2.8μl にしかならない。故に試料の約 2/3 量は不揮発性物質で，カラムに吸着されたまま出てこないと考えられる。このことは，次にのべる実験の蒸溜にさいしても認められたことで試料の約 1/3 は溜出したが，残り約 2/3 は高沸点の粘稠な暗褐色油状物となり，油浴温度 170℃, 8 mm の減圧でも溜出せず，かつ臭いは油臭く，雨イカの特臭とは異なつていた。

III) ピーク No. 5 物質と *i*-バレリアン酸との同定

上記ガスクロマトグラフィーに用いた褐色油状物質約 6.5g を減圧蒸溜し，85℃/8 mm までに溜出した部分を集め，約 2g の無色透明の酸性悪臭の強い液体を得た。できるだけ単一物質を得るため，さらに 2 度精溜し，主溜分 (bp. 73~75℃/8 mm) 約 0.8g を得た。この純度をガスクロマトグラフで調べたところ，Fig. 2 に示すごときクロマトグラムを得たので，ピーク No. 5 物質がほぼ純粋に近く得られたものとみなし，この溜分につき，元素分析および赤外分析を行なつた。

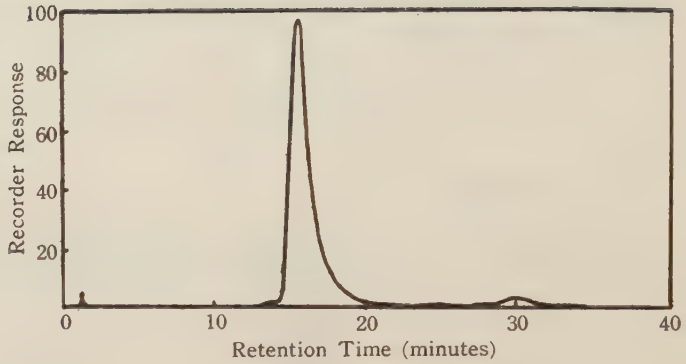


Fig. 2. Gas chromatogram of the main distillate from the acidic isolate of rain-spoilt dried-squids.
Conditions: Column, PEG-6000; Temperature, 160°C; Pressure, 0.6 kg/cm²; Flow rate, 27 ml/min.; Carrier gas, Helium.

元素分析

	C %	H %
実　測　値	59.14	10.29
$C_5H_{10}O_2$ としての理論値	58.80	9.87

赤外吸収スペクトルは Fig. 3 に示す通りで，*i*-バレリアン酸とまつたく一致した。

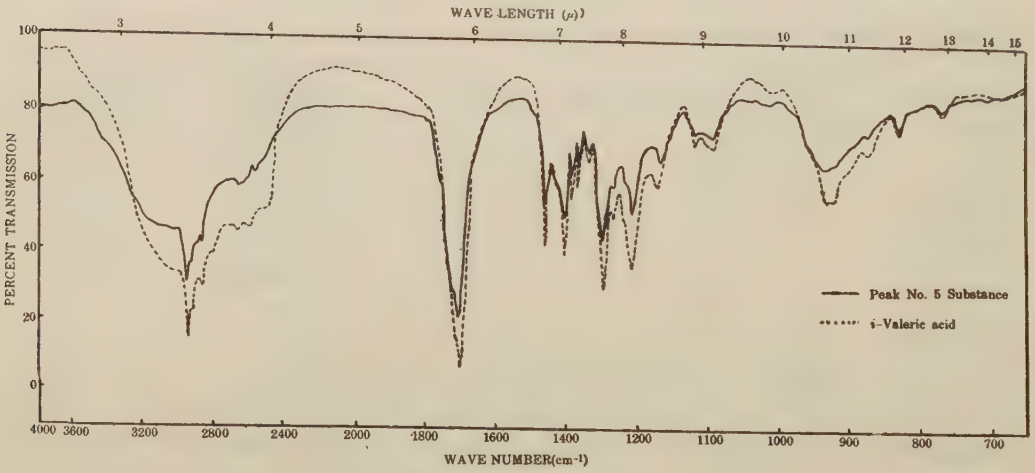


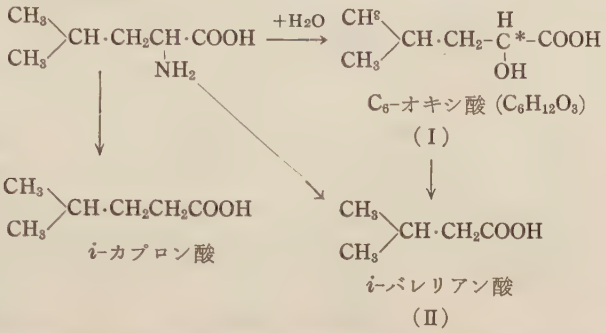
Fig. 3. Infrared spectra of peak No. 5-Substance and *i*-Valeric acid.

以上の結果より，液状悪臭酸の主成分は *i*-バレリアン酸であることが確認された。

考　　察

第 IV 報[1] において雨イカの悪臭の有力な成分として確認した固体酸は今回の試料からはごく少量しか得られず，その代わり，*i*-バレリアン酸が多量に得られた。このことから，今回用いた雨イカが第 IV 報で用いた試料よりさらに品質低下した悪臭の強いものであつたことを考え合わせ，次のようなことが推察される。すなわち，雨イカとなるさいに，イカ筋肉中に比較的多量 (9.1%)[4] 含まれるロイシンが，分解をうけ

次のような経路で悪臭の酸を形成する。而して，雨イカになるときの条件いかんにより，悪臭の主体が(I)になつたり（II）になつたりする。



なお，これらの２つの酸はそれぞれ単独では雨イカの特臭とはわずかに異なり，両酸が共存する場合に始めて，雨イカ特有の悪臭そのものを感じさせる。

また，ガスクロマトグラフにより少量の *i*-カプロン酸も認められたが，これもロイシンから生ずるものと考えられる。

総　　括

品質の極めて劣等のスルメ（雨イカ）の悪臭の主要成分として第 IV 報[1] 記載の $C_6H_{12}O_3$ 酸および多量の *i*-バレリアン酸が含まれていることを確認した。$C_6H_{12}O_3$ 酸も *i*-バレリアン酸もともにロイシンの分解によつて生ずるもので，雨イカができるさいの条件いかんにより，この２つの酸の生成量が異なることを推定した。

その他，低級脂肪酸として，少量づつの酢酸，プロピオン酸，*i*-酪酸，*n*-酪酸，および *i*-カプロン酸が，ガスクロマトグラフィーにより認められ，これらも悪臭の一部に関与していることを知つた。

終りに臨み，多量の研究試料を恵与頂いた北大水産学部　谷川英一教授に深謝致します。また，赤外吸収スペクトルおよび元素分析は東大農芸化学教室にお願いしたことを記し，併せて感謝致します。

文　　献

1) 山西　貞・梶川靖子：　日水誌，**23**，483 (1957).
2) A. T. JAMES: Methods of Biochemical Analysis **8**, 10 (1960).
3) JOHNSON, H. W., STROSS, F. H.: Anal. Chem., **30**, 1586 (1958).
4) 鴻巣章二・音取進一ら：　日水誌，**21**，1163 (1956).

魚類筋肉の解糖作用に関する酵素学的研究—III. 解糖中間体の含有量

永 山 文 男

(1961 年 10 月 5 日受理)

ENZYMATIC STUDIES ON THE GLYCOLYSIS IN FISH MUSCLE—III. CONTENTS OF GLYCOLYTIC INTERMEDIATES

Fumio NAGAYAMA*

Some glycolytic intermediates in muscle of seabass were analysed by column chromatography or by other methods.

Levels of glycogen, lactic acid, inorganic phosphate, free glucose and acid soluble hexose were higher in caudal muscle than in other muscles, while levels of hexose phosphates and pentose phosphates were higher in dorsal muscle.

Glucose-6-phosphate showed the highest level among hexose phosphates, it was suggested that glucose-6-phosphate plays an important role in glycolysis.

Glycogen and adenosine triphosphate disappeared at an early stage of the *post mortem* change. Free sugars, hexose phosphates and adenosine phosphates decreased at the later stage of the storage, while inorganic phosphate increased rapidly. Level of lactic acid did not change in a uniform manner of either decrease or increase.

There were some differences in contents of these substances between dark muscle and skeletal muscle.

魚類筋肉の解糖中間体の含有量については，すでに TARR[1]，藤巻ら[2]須山ら[3]がバリウム分別法[4]によつて数種の魚類について定量を行なつているが，解糖反応を酵素学的見地から追求するための1つの基礎として，あらためてスズキの筋肉について，種々の解糖中間体の含有量ならびに，その死後における変化を詳細に検討した。

実験試料および方法

試料 冬季および春季品川地先あるいは江の島地先で漁獲されたスズキ *Lateolabrax japonicus* の活魚を供試した。

グリコーゲンの定量 GOOD ら[5]の方法に準じた。

乳酸の定量 BARKER ら[6]の方法に準じた。

解糖中間体の定量 BARTLETT[7]の方法に準じ調製した冷 TCA 抽出液を，KHYM ら[8]の方法で Dowex 1 のカラムを用いクロマト分別し，リン酸は FISKE-SUBBAROW 法[9]，ヘキソースはアンスロン法[10]，ペントースはオルシノール法[11]でそれぞれ比色定量した。

実験結果および考察

グリコーゲンおよび乳酸の含有量 魚体を背，腹，尾の3部分に大別して，死後時間の経過に伴なうグリコーゲンと乳酸の含量変化をみると，Table 1 のように，刺殺直後のグリコーゲン量は尾部にもつとも多く，背部にもつとも少ない。死後の時間の経過に伴いグリコーゲン含量が減少することはすでに明らかなと

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. of Fish., Shiba Kaigandori 6, Minato-ku, Tokyo).

Table 1. Changes of contents of glycogen and lactic acid in the muscle of seabass. Muscle was stored at room temperature (20 ± 2°C).

Compd.	Part	Time of storage, hour						
		0	1	2	4	8	24	48
Glycogen	Dorsal	42.5	39.8	38.3	17.9	6.34	0.90	0.46
	Ventral	45.1	42.6	42.4	24.2	11.7	1.63	1.37
	Caudal	45.5	47.5	45.5	25.9	19.8	1.14	0.76
Lactic acid	Dorsal	8.62	9.38	5.62	8.23	10.0	12.1	6.66
	Ventral	7.73	—	7.94	7.39	10.9	8.41	4.72
	Caudal	9.16	14.4	5.67	14.8	12.3	12.3	8.77

Expressed as mM.

ころであるが，筋肉部位別にその変化を検討すると，背部ではグリコーゲンの分解が急速で，死後4時間以内に当初の1/2以下に減少した。一方，尾部では残存グリコーゲン量が多く，死後少なくとも2時間まではグリコーゲン ⇌ グルコース・1・リン酸の反応が可逆性を保つているものと思われ，8時間に至つても当初の40% のグリコーゲンが残存した。

乳酸の分析値は土屋ら[12]，山田ら[13,14]，天野ら[15]，須山ら[3] 等の報告にみられる値よりやや低い値ではあるが，死後時間の経過に関係なく尾部にもつとも多かつた。時間経過に伴う乳酸含量の変化をみると，増加あるいは減少の傾向に一定の規則性がみとめられなかつた。

無機リン酸，ヘキソースおよびペントースの含有量　無機リン酸は死後数時間までは増減を繰り返えすことが知られているが，本実験でも同様な傾向がみられた。尾部の無機リン酸含量は他の部分よりも多いが刺殺後8時間以後に非可逆的増加が起こるもののようである (Table 2)。

冷 TCA で抽出される総ヘキソース（低分子グリコーゲン，遊離ヘキソース，ヘキソース・リン酸等を含む）と総ペントース（遊離ペントース，アデノシン・リン酸などを含む）も死後時間の経過に伴い減少した (Table 2)。

総ヘキソースは尾部に多く背部に少ないが，総ペントースは背部に多く，尾部に少なかつた。総ヘキソー

Table 2. Changes of contents of inorganic phosphate, acid soluble hexose and pentose compounds in the muscle of seabass. The muscle was stored at room temperature.

Compd.	Part	Time of storage, hour						
		0	1	2	4	8	24	48
Inorganic phosphate	Dorsal	32.9	29.7	15.1	30.6	30.4	—	30.8
	Ventral	32.9	—	32.2	15.4	34.2	48.1	54.6
	Caudal	34.5	22.0	23.6	45.8	23.9	53.2	56.5
Hexose	Dorsal	26.6	21.8	14.5	11.4	3.58	0.52	0.24
	Ventral	28.2	—	19.0	4.41	6.62	1.42	0.51
	Caudal	31.4	30.8	17.4	17.8	9.96	2.65	0.37
Pentose	Dorsal	7.20	6.80	—	5.61	3.19	0.68	0.18
	Ventral	6.54	—	4.17	—	3.63	2.86	0.32
	Caudal	4.76	4.83	3.20	—	4.16	3.57	0.25

Expressed as mM.

スの減少の傾向はグリコーゲンの場合と類似するが，グリコーゲン分解量と比較すると，グリコーゲンから生じたヘキソース化合物は長時間ヘキソースのまま蓄積されず，さらに分解されるように思われる。総ペントースの減少速度はヘキソースより緩慢で，特に尾部では 24 時間後も当初の 75% 以上が残存した。

Table 3. Differences of composition in various tissues of seabass.

Tissue	Glycogen	Lactic acid	Inorganic phosphate	Acid soluble		
				Hexose	Pentose	Organic phosphate
Dorsal muscle	42.5	8.62	32.9	26.6	7.20	15.2
Ventral muscle	45.1	7.73	32.9	28.2	6.54	14.8
Caudal muscle	45.3	9.16	34.5	31.4	4.76	12.3
Dark muscle	42.2	5.35	22.6	28.9	3.47	6.4
Liver muscle	324	2.67	11.9	157	—	5.1

Expressed as mM.

以上の諸成分の筋肉と肝臓における含量を比較すると Table 3 に示すように，血合肉の分析値のいくつかは普通肉と肝臓の中間に位し，血合肉の機能的な特性が骨格筋とはやや異なることを想定させるものである。

解糖中間体の含有量

i) 筋肉の部位による差　酸可溶性グリコーゲンは尾部にもつとも多く背部にもつとも少なかつた(Table 4)。また遊離グルコースと無機リン酸は尾部に多く，腹部に少なかつた。G1P は3部分とも大差なく 0.3mM 程度であつたが，G6P は G1P の約6倍量がみられた。筋肉内のヘキソースリン酸中 G6P が非常に多いことは，須山ら[3] もサメ肉について観察しており G6P が解糖反応系の主要な岐点にあると推定される。すなわち，遊雄グルコースの代謝経路が G6P を岐点として解糖反応系に連なるものであるから当然量の多いことも予測されるものであるが，あらためて酵素学的な考察を行なう。

Table 4. Contents of glycolytic intermediates in the muscle of seabass.

Compound	Dorsal muscle	Ventral muscle	Caudal muscle
Glycogen	14,600	15,800	20,700
Free glucose	230	144	1,400
Inorganic phosphate	27,700	25,000	28,500
Glucose-1-phosphate	314	334	316
Glucose-6-phosphate	2,020	2,650	1,980
Fructose-6-phosphate	651	321	617
Fructose-diphosphate	269	239	230
Adenosine monophosphate	841	424	616
Adenosine diphosphate	1,800	679	1,590
Adenosine triphosphate	11,730	6,800	9,710
Total hexose phosphates	3,250	3,540	3,140
Total adenosine phosphates	14,400	7,900	11,900

Expressed as μM.

F6P と FDP は G1P と同程度の含有量がみられた。

各部位のヘキソースリン酸の合計は，背 3.25mM，腹部 3.56mM，尾部 3.15mM で，遊離グルコースよりかなり多い値となる。

アデノシンリン酸の合計は背部 14.4mM，腹部 7.9mM．尾部 11.9mM であり，AMP は全アデノシンリン酸の 5~6% に過ぎず，ほとんどが ADP および ATP であつた。運動量のもつとも多い尾部の筋肉にこのような高エネルギー性アデノシンリン酸含量が多いことが予想されるが，分析値ではむしろ背部筋肉より少なかつた。

以上の各分画をペーパークロマトグラフで検索すると，ほとんど単一組成で，標準物質のクロマトグラム[16] と一致するものであつた。

ii) 死後時間の経過による変化　刺殺後2時間，24 時間，48 時間における背部筋肉の解糖中間体含量

を測定し，Table 5 の結果を得た。酸可溶性グリコーゲンは 24 時間放置したものには全く認められないが，遊離グルコースは2時間目のものの約 10 倍に増加しその後再び減少した。無機リン酸は顕著な増加を示した。G1P と G6P は減少するが，F6P, FDP の変化は明瞭でなかつた。ヘキソースリン酸の合計は 1.1 mM から 0.68 mM に減少したが，グリコーゲンあるいは無機リン酸にみられるほど急速な変化は認められなかつた。ヘキソースリン酸の変化に関与する酵素系については，第Ⅳ報以下で述べるように，死後もかなりの期間にわたつて活力を保つことが明らかであるから，少なくとも部分的には分解方向のみでなく，合成方向の反応も起こり得ることは想定できる。

Table 5. Changes of glycolytic intermediate contents in dorsal muscle of seabass during storage at room temperature.

Compound	Time of storage, hour		
	2	24	48
Glycogen	2,220	0	0
Free glucose	420	3,760	782
Inorganic phosphate	22,100	47,900	60,400
Glucose-1-phosphate	86.0	65.5	36.1
Glucose-6-phosphate	765	379	223
Fructose-6-phosphate	185	231	190
Fructose-diphosphate	184	288	189
Adenosine monophosphate	6,130	4,540	205
Adenosine diphosphate	1,460	1,380	1,010
Adenosine triphosphate	3,180	174	120
Total hexose phosphates	1,220	964	638
Total adenosine phosphates	10,800	6,090	1,340

Expressed as μM.

ATP は 24 時間でほとんど消失し，ADP はかなり残存するように思われた。一方 AMP は 24 時間から時間の間に急激に減少した。このようなアデノシンリン酸の減少は直接解糖反応に属するものではないので本研究とは別に考察したい。

要　　約

1. グリコーゲン，乳酸，無機リン酸，遊離グルコース，酸可溶性ヘキソースは尾部筋肉に多いが，ヘキソースリン酸，アデノシンリン酸は背部筋肉に多かつた。

2. ヘキソースリン酸のなかでは G6P がきわめて多く，G6P が解糖反応系の1つの中心的な役割を演ずるものと思われる。

3. 死後時間の経過に伴いグリコーゲンと ATP はほとんど消失する。また，遊離糖，ヘキソースリン酸，アデノシンリン酸等も減少し無機リン酸は増加する。乳酸量の増減には一定した規則性がみられなかつた。

4. 血合肉の成分は骨格筋とはやや異なる含量を示した。

文　　献

1) H. L. A. Tarr: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **7**, 608 (1950).
2) 藤巻正生・古城健三: 本誌, **19**, 499 (1953).
3) M. Suyama, J. Koike and K. Suzuki: *J. Tokyo Univ. Fish.*, **46**, 51 (1960).
4) G. A. LePage: *Am. J. Physiol.*, **146**, 267; **147**, 446 (1946).
5) C. A. Good, H. Kramer and M. Somogyi: *J. Biol. Chem.*, **100**, 485 (1933).
6) S. B. Barker and W. H. Summerson: *ibid.*, **138**, 535 (1941).
7) G. R. Bartlett: *ibid.*, **234**, 469 (1959).
8) J. X. Khym and W. E. Cohn: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 1153 (1953).
9) C. H. Fiske and Y. Subba Row: *J. Biol. Chem.*, **66**, 375 (1925).
10) T. A. Scott and E. H. Melvin: *Anal. Chem.*, **25**, 1656 (1953).
11) W. Mejbaum: *Z. physiol. Chem.*, **258**, 117 (1939).
12) 土屋靖彦・国井　清: 本誌, **26**, 284 (1960).
13) 山田紀作・新間弥一郎: 本誌, **14**, 23 (1948).
14) ――――・――――・鈴木たね子: 本誌, **14**, 41 (1948).
15) 天野慶之・尾藤方通・河端俊治: 本誌, **19**, 487 (1953).
16) 永山文男: 本誌, **27**, 158 (1961).

魚類筋肉の解糖作用に関する酵素学的研究—Ⅳ.
筋肉フォスフォリラーゼの特性

永　山　文　男

(1961 年 10 月 5 日受理)

ENZYMATIC STUDIES ON THE GLYCOLYSIS IN FISH MUSCLE—IV.
SOME SPECIFICITIES OF MUSCLE PHOSPHORYLASE

Fumio NAGAYAMA*

Separation and purification of muscle phosphorylase from seabass were tried, and some specificities of the emzyme were investigated.

The enzyme preparation showed the specific activity twenty times higher than the crude muscle extract, but the enzyme was not obtained in crystalline form. It was considered that the total activity of phosphorylase in the muscle of seabass is one fourteenth of the phosphorylase content in rabbit muscle.

The enzyme of seabass showed the maximum activity at 37°C, although the enzyme of rainbow trout showed the maximum activity at 25°C. The existences of two types of phosphorylase, a and b, were demonstrated by the experiment with the effect of adenylic acid (5′-AMP). Starch and 3′-AMP did not induce the enzyme action.

第Ⅰ報[1]において，スズキ筋肉の抽出液について，グリコーゲン分解能からそのフォスフォリラーゼ作用を推定したが，さらに細かい特性を明らかにするために酵素の精製を試み，その二，三の性質を明らかにした。

実験試料および方法

試料　第Ⅲ報と同様にスズキの活魚を供試した。

酵素調製法　GREEN ら[2]の方法に準じた。すなわち，原料筋肉を等容の冷蒸留水で2回抽出し，HCl で pH 6.4 にして流水に透析する。これを pH 6.0 にし遠心分離し沈澱を除く。上澄を $KHCO_3$ で pH 6.9 にし，pH 6.9 の飽和硫安液で 0.41（または 0.45）飽和にし遠心分離する。沈澱を蒸留水に溶かし流水に透析後，pH 6.8 のシスティングリセロリン酸ソーダ緩衝液に透析する。この液を 0.41（または0.45）飽和区とする。また 0.41 飽和時の上澄にさらに硫安を加え 0.65（または 0.75）飽和にしたとき生じた沈澱も集め，これを 0.65（または 0.75）飽和区とする。

酵素活力の測定法　ILLINGWORTH ら[3]の方法にしたがつた。すなわち，pH 6.8, 30℃ で基質 G1P から遊離される無機リン酸の量によつて酵素活力を求めた。

基質の G1P は MCCREADY の方法[4]で酵素的に合成した。また酵素液の蛋白質濃度は FOLIN の比色法[5]か紫外吸収法[6]によつて求めた。

実験結果および考察

酵素精製試験　GREEN ら[2]はウサギ筋肉フォスフォリラーゼは 0.41 飽和区にほとんど回収されると報告しているが，スズキの筋肉を用いた本実験では，0.45 飽和沈澱を除いた後の上澄液から 0.65 あるいは

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. of Fish., Shiba Kaigandori 6, Minato-ku, Tokyo).

0.75 飽和沈澱を集めてみると，かなりのフォスフォリラーゼ活力が認められた。

精製試験の一例を Table 1 に示した。すなわち，原抽出液中に含まれるフォスフォリラーゼの約 40% が 0.45 飽和区に含まれ，透析上澄の蛋白質濃度から算出される mg 当りの酵素単位は 225 であつた。また原抽出液中の酵素の約 30% が 0.65 飽和区に回収されたが，この分画の mg 当りの酵素単位は 16 で，夾雑蛋白が多いものであつた。

Table 1. Fractionation of muscle phosphorylase from seabass. 500 g. of the muscle was used.

Fraction	Volume ml	$k \times 10^3$/ml ***	$k \times 10^3$/mg	Total units	Recovery
Crude extract	1,000	145	—	145,000	100
0.45 fraction*	20	2,775	225	55,500	38.3
0.65 fraction**	60	685	16.0	41,100	28.3

* Ppt. at 0.45 saturation of ammonium sulfate.
** Ppt. at 0.65 saturation of ammonium sulfate after removal of 0.45 fraction.
*** phosphorylase activity.

ウサギの後肢筋肉 100 g. から，CORI[7]は mg 当り 2.515 単位の結晶フォスフォリラーゼ a を 40～80mg，FISCHER[8] は 1,580 単位の結晶フォスフォリラーゼ b を 290 mg 得たと報告しており，本実験の結果とはかなりの差がある。しかし FISCHER の原抽出液がスズキの場合の約 14 倍の酵素量を含む点から，原料筋肉の酵素含量が異なるものと思われる。

結晶化はできなかつたが，魚肉の酵素特性を観察するには充分と考え，以下の実験には随時上記のように調製した酵素液を用いた。

アデニル酸の影響　フォスフォリラーゼには a, b の 2 種があり，a 型は b 型 2 分子とリン酸の結合したもので[9]，PR (phosphorylase rupturing) 酵素により分解されると b 型になる[10]。b 型はまた b → a キナーゼと ATP により a 型に再生される[11]。a, b 両型ともアデニル酸 (5′-AMP) により賦活されるが，a 型はアデニル酸がなくても 60～70% の活性を現わし，b 型はアデニル酸がないとほとんど活性を現わさない[10]。確証はないが筋肉が疲労すると一時的に a → b の反応が起こり，筋肉グリコーゲンが保持されるものであろうと考えられている。

スズキのフォスフォリラーゼに対するアデニル酸の影響をみると，Fig. 1 のようにアデニル酸の賦活作用は明らかであつた。すなわち Table 2 の実験 I の項からもみられるように 0.41 飽和区の大部分は a 型，0.75 飽和区のほとんどは b 型の性質を示した。しかし Table 2 の実験 II の場合には，0.45 飽和区も 0.65 飽和区もアデニル酸なしにかなりの活性を示し，a 型の含量が多いと思われた。したがつて a, b 両型の存

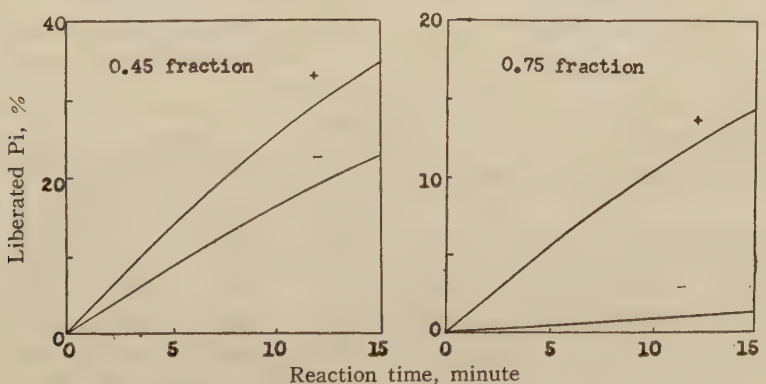


Fig. 1. Effect of adenylic acid on the muscle phosphorylase of seabass. Activity of the enzyme was determined at pH 6.8, 30°C, in the presence (+) or the absence (−) of adenylic acid.

Table 2. Effect of adenylic acid on the muscle phosphorylase of seabass. The enzyme activity was determined at pH 6.8, 30°C, and was expressed as $k \times 10^3$.

Experiment No.	Fraction	Adenylic acid		Ratio −/+, %
		+	−	
I	0.41 fraction *	17.5	9.88	57.1
	0.75 〃 **	35.2	2.12	6.02
II	0.45 〃 ***	44.0	17.9	40.7
	0.65 〃 ****	40.6	23.8	58.6

* × 100, ** × 20, *** × 50, **** × 10

在比は調製操作中にも変動すると考えなければならない。

5′-AMP の代わりに 3′-AMP を添加しても賦活は全く認められなかつた。またグリコーゲンを添加しないと G1P から無機リン酸を遊離せず，グリコーゲンの代わりに植物澱粉を加えても全く反応は起こらなかつた。

以上の諸点から，スズキの筋肉フォスフォリラーゼも，ウサギの筋肉フォスフォリラーゼと同様に，5′-AMP の共存下にグリコーゲンの合成分解を触媒し，a 型と b 型が存在することが認められた。

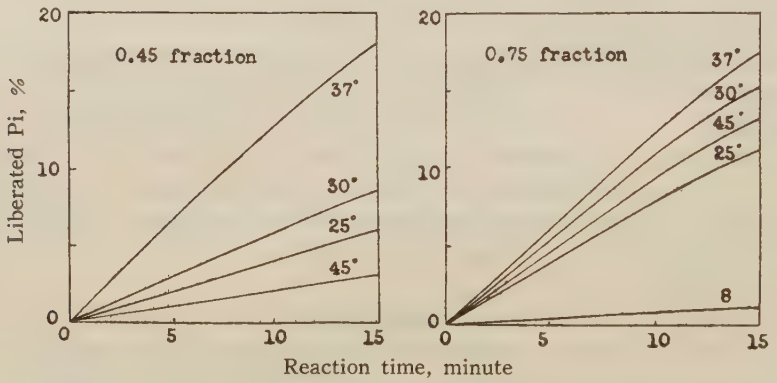


Fig. 2. Effect of temperature on the muscle phosphorylase of seabass.

温度の影響　温度特性をみると Fig. 2 および Table 3 のように，37° でもつとも大きな活力を示し，それより高温でも低温でも活力は小さかつた。特に 0.45 飽和区が 0.75 飽和区よりも温度による影響が顕著であるが，これは夾雑蛋白の有無によると思われる。

Table 3. Effect of temperature on the muscle phosphorylase of seabass.

Temperature ℃	0.45 fraction*		0.75 fraction**	
	$k \times 10^3$	Relative activity, %	$k \times 10^3$	Relative activity, %
8	—	—	2.0	5.6
25	2.35	70	23.8	67
30	3.38	100	35.2	100
37	7.82	230	41.0	117
45	1.19	35	29.9	84

* × 500　** × 20

魚類の生活環境の温度は哺乳動物のそれより 10° あるいはそれ以上低いのが普通であるから，酵素の至適温度も低いことが予想されるのであるが，微生物あるいは哺乳動物の酵素などが高い活力を示す 45° において，スズキのフォスフォリラーゼが著しい失活を示したのは当然であろう。

さらにこの点を明確にするために，冷水性魚類であるニジマスの筋肉フォスフォリラーゼの温度特性をみ

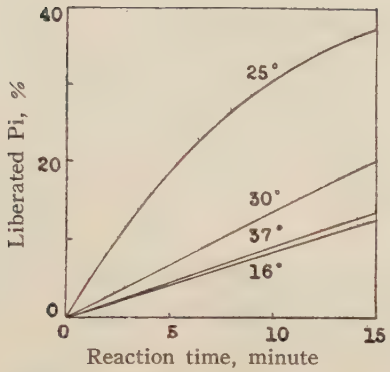


Fig. 3. Effect of temperature on the muscle phosphorylase of rainbow trout.

Table 4. Effects of reagents on the muscle phosphorylase of seabass.

Additive	Concentration M	$k \times 10^3$	
		0.45* fraction	0.65** fraction
None	—	41.3	27.9
NaF	0.0125	43.3	—
$MgCl_2$	0.0125	39.8	37.6
CH_2ICOOH	0.0125	0	0
〃	0.00125	38.2	19.8
NaCl	0.5	36.1	12.6

* × 50, ** × 20

ると Fig. 3 のように，至適温度は 25° であつた。

このように酵素の温度特性が生活環境によつて異なり，反応の至適温度が実際の生活環境よりやや高めの点にあることは，広義の自己消化を考慮する漁獲物処理の面で充分留意されなければならない。しかしいずれの場合にも，ごく低温では反応が阻止または抑制されることも明らかである。

薬品の影響　数種の薬品の影響について観察し Table 4 の結果を得た。0.125 M NaF はやや賦活作用を示し，0.125 M $MgCl_2$ は 0.45 飽和区ではやや抑制するようにみえるが 0.65 飽和区では反応を促進した。0.5 M の NaCl は抑制効果を示した。またヨード酢酸は 0.0125 M で完全に反応を抑えたが 0.00125 M ではその効果は小さかつた。

これら薬品の影響はウサギの筋肉フォスフォリラーゼの場合に類似するものである。

要　　約

1. スズキの筋肉フォスフォリラーゼの精製を試み，原抽出液の約 20 倍の比活性をもつ標品を得た。

2. 至適温度は 37° 付近で，アデニル酸の影響から a, b 両型の存在が認められた。

3. 種々の薬品の影響からもスズキ筋肉フォスフォリラーゼはウサギの筋肉フォスフォリラーゼと類似の性質をもつものと思われた。

本実験にご指導賜わつた九州大学富山哲夫教授，東京水産大学小野豊樹教授，ならびに実験に協力された塚田新一，友松茂の両氏に感謝の意を表する。

文　　献

1) 小野豊樹・永山文男: 本誌, **23**, 260 (1957).
2) A. A. GREEN and G. T. CORI: *J. Biol. Chem.*, **151**, 21 (1943).
3) B. ILLINGWORTH and G. T. CORI: *Biochem. Prepn.*, **3**, 1 (1953).
4) R. M. MC CREADY: *ibid.*, **4**, 63 (1955).
5) O. H. LOWRY, N. J. ROSEBROUGH, A. L. FARR and R. J. RANDALL: *J. Biol. Chem.*, **193**, 265 (1951).
6) O. WARBURG and W. CHRISTIAN: *Biochem. Zeits.*, **310**, 384 (1941).
7) G. T. CORI: *J. Biol. Chem.*, **158**, 333 (1945).
8) E. H. FISCHER and E. G. KREBS: *ibid.*, **231**, 231, 65 (1958).
9) E. G. KREBS, A. B. KENT and E. H. FISCHER: *ibid.*, **231**, 73 (1958).
10) G. T. CORI and A. A. GREEN: *ibid.*, **151**, 31 (1943).
11) E. G. KREBS and E. H. FISCHER: *Biochim. Biophys. Acta*, **20**, 150 (1956).

魚類筋肉の解糖作用に関する酵素学的研究—V.
魚体の部位および鮮度によるフォスフォリラーゼ活力の差異

永 山 文 男

(1961 年 10 月 5 日受理)

ENZYMATIC STUDIES ON THE GLYCOLYSIS IN FISH MUSCLE—V.
DIFFERENCES OF PHOSPHORYLASE ACTIVITY DUE TO THE PART AND THE FRESHNESS OF MUSCLE

Fumio NAGAYAMA*

Activity of muscle phosphorylase of seabass was determined on the crude extracts which were prepared from the muscles at different parts of body and from the muscles of different freshness.

The highest enzyme activity was observed in the extract from caudal muscle, and the lowest in the extract from ventral muscle. Change of the enzyme activity due to different freshness of muscle was very slow, but cold storage did not inhibit completely the loss of the enzyme activity.

The enzyme reaction was accelerated by the addition of urethane' and sodium chloride of low concentration, and inhibited by nitrofurazone, chlortetracyclin and sodium chloride of high concentration. The crude enzyme solution was found to be comparatively resistant to proteolytic activity of pancreatin.

第 IV 報[1] においてスズキの筋肉フォスフォリラーゼの二，三の特性を明らかにしたが，本報では魚体の部位により筋肉フォスフォリラーゼ活力に差異があるか否かについて検討を加え，さらに魚肉の鮮度変化とフォスフォリラーゼ活力との関係を明らかにし，二，三の防腐剤のフォスフォリラーゼに対する影響もあわせて検討した。

実験試料および方法

試料　前報[1] までと同様にスズキの活魚を供試した。

酵素液　筋肉 10g を素早く秤取し，冷蒸留水 50 m*l* とホモジナイズした後，冷凍遠心分離器を用い，10,000×*g*, 30 分遠心分離した上澄液を酵素液とした。

酵素活力の測定　上記の酵素液をシスティングリセロリン酸ソーダ緩衝液で 10 倍に希釈し前報[1] と同様に G1P→グリコーゲンの反応を測定した。なお粗酵素液であるから混在するムターゼ等他の酵素の影響を少なくするために反応液の pH は 6.0 とし，反応終了後にいつたん TCA で除蛋白を行なつた。

実験結果および考察

魚体の部位と酵素活力　魚体を背，腹，尾の三部に大別考，それぞれの部分の筋肉から抽出した酵素液についてフォスフォリラーゼ活力を比較すると，尾部の酵素活力がもつとも大きく，腹部が小さかつた。抽出液 1 m*l* 当りのフォスフォリラゼー単位は Table 1 に示すように尾部 614, 背部 510, 腹部 471 で，抽出液中の乾物 mg 当りの酵素単位は尾部 39, 背部 33, 腹部 29 であつた。

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. of Fish., Shiba Kaigandori 6, Minato-ku, Tokyo, Japan).

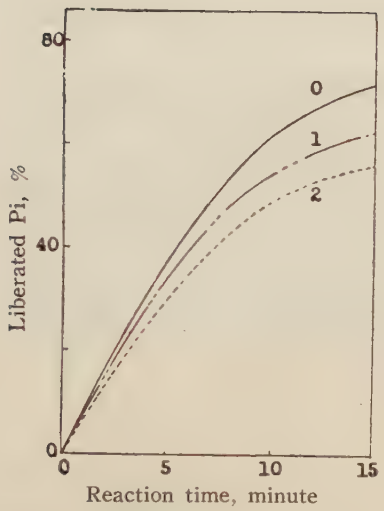


Fig. 1. Effect of storage on the muscle phosphorylase of seabass. Dorsal muscle was stored at 25°C. The enzyme activity was expressed as % of inorganic phosphate liberated from G1P. 0, fresh; 1, stored 1 day; 2, stored 2 days.

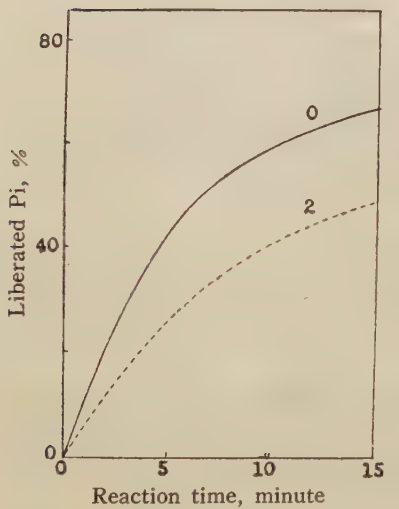


Fig. 2. Effect of cold storage on the muscle phosphorylase of sea bass. Dorsal muscle was stored at 0°C, and the enzʎme activity was expressed as % of inorganic phosphate liberated from G1P.
0, frsh muscle; 2, muscle stored 2 days.

Table 1. Variation of phosphorylase activity due to the parts of muscle. The activity was determined at pH 6.0, 30°C.

Part	$k \times 10^3$		
	per ml of extract	per mg of dry matter	per g of muscle
Dorsal	510	32.8	3,060
Ventral	471	29.4	2,830
Caudal	614	39.4	3,680

このように尾部の筋肉が他の部分の筋肉より大きな酵素活力を示すことは，第 III 報[2] でみられたグリコーゲン含量の傾向とも一腹するものであり，哺乳動物の後肢ほどでなくても，魚の尾部筋肉は運動性に富むために，エネルギー代謝の機能も活発であることは容易に想像できる。マグロ類の冷凍品あるいは缶詰製品で，尾部筋肉に変色が起こりやすいといわれているがこのような酵素活力の違いということも一考を要する。

なお第 I 報[3] の実験で，筋肉の部位によるグリコーゲン分解反応の差画が不明瞭であつたことは，反応時間が長く，混在する他の反応系の影響がやや大きかつたためと思われる。

鮮度変化と酵素活力　背部筋肉を 10° または 25° に放置し，1日ごとにフォスフォリラーゼ活加を測定した (Fig. 1 と Table 2)。10° 放置の試料では，2日後 55%，3日後なお 47% の酵素活力が残存した。一方 25° 放置のものも 2日後76%の酵素活力が認められた。これは魚の個体により酵素活力に差のあることを示すものではあるが，いずれの場合にも鮮度が低下しても筋肉フォスフォリラーゼの活力は長時間にわたつて保たれることは明らかである。

Table 2. Effect of storage on the muscle phosphorylase of seabass. Dorsal muscle was used.

Muscle	$k \times 10^3$		
	per ml of extract	per mg of dry matter	per g of muscle
Fresh	650	40.3	3,900
Stored 1 day at 10～15°	550	38.5	3,300
〃 2 days	354	27.2	2,120
〃 3 days	307	24.2	1,840

また筋肉を冷蔵しても長時間経過すると，室温放置の場合と同程度の失活がみられた (Fig. 2) ので，放置温度の影響は顕著なものでないように思われる。

一般に酸化還元系の酵素は死後急速に失活することが知られ

富山ら[4] はカタラーゼ，福田[5] はコハク酸脱水素酵素の失活を鮮度判定の尺度として用いることを試みているが，フォスフォリラーゼ活力は鮮度判定の尺度とはなし得ない。

防腐剤その他の影響　魚の麻酔剤として使われるウレタン，防腐剤としての CTC およびフニトロフラゾン，食塩，蛋白分解酵素パンクレアチンなどのフォスフォリラーゼに対する影響をみた。

Fig. 3 に示すように，ウレタンは 0.1% で著しい促進作用をみせ，0.1% CTC, 0.024%ニトロフラゾンは酵素作はをほとんど完全に抑制した。0.125% M の食塩はやや賦活作用を示したが，0.25 M の食塩は酵素作用を全く抑えた。

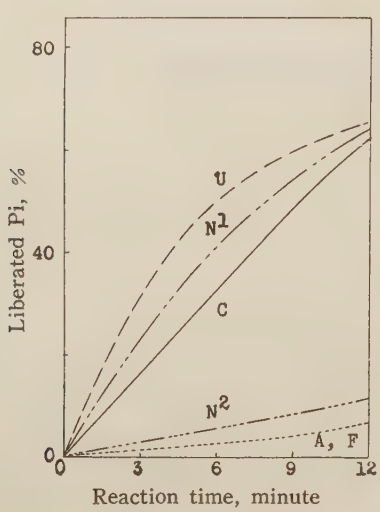


Fig. 3. Effect of reagents on the muscle phosphorylase of seabass. C, control; N^1, 0.125 M NaCl; N^2, 0.25 M NaCl; U, 0.1% urethane; A, 0.1% CTC; F, 0.024% nitrofurazone.

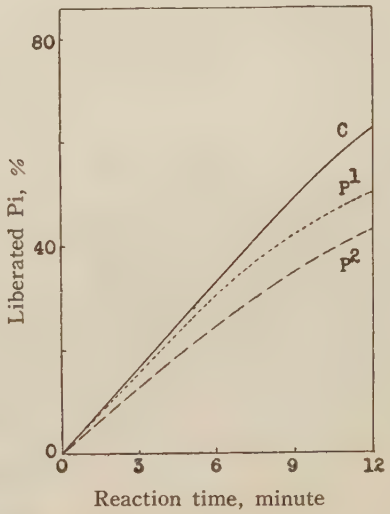


Fig. 4. Effect of pancreatin on the muscle phosphorylase of seabass. C, control; P^1, in the presence of pancreatin; P^2, the enzyme solution was digested for 40 minutes with pancreatin before the determination of activity.

反応液中にパンクレアチンを加えて反応を行なわせると，反応時間が進むにしたがい反応速度が小さくなるのが認められた (Fig. 4)。これはフォスフォリラーゼがパンクレアチンにより分解されるためと考えられるが，あらかじめパンクレアチンで 40 分消化した酵素液でも，活力はかなり残つており，60 分消化したものでは完全に失活していた。

このことから，筋肉フォスフォリラーゼはパンクレアチンのような蛋白分解酵素によつても急速に失活しないことが想定される。したがつて，鮮度低下によるフォスフォリラーゼ活力の失活が予想外に小さく，腐敗初期にもかなりの活力を保つているのは，魚肉内の自己消化酵素による影響を受け難いことによるものと推定される。

要　　約

スズキ肉のフォスフォリラーゼ活力をみると，尾部にもつとも多く，腹部に少なかつた。鮮度低下に伴なう失活はきわめて緩慢ではあるが，失活は氷蔵によつても完全に阻止できなかつた。

フォスフォリラーゼ作用は，ウレタン，低濃度の食塩により促進され，ニトロフラゾン，CTC，および高濃度の食塩により阻害された。またパンクレアチンに対するフォスフォリラーゼの抵抗性はかなり強いもの

のように思われた。

本実験にご指導賜わつた九州大学富山哲夫教授，東京水産大学小野豊樹教授，ならびに実験に協力された池上義照氏に感謝の意を表する。

文　　献

1) 永山文男：本誌，**27**，1018 (1961).
2) ————：本誌，**27**，1014 (1961).
3) 小野豊樹・永山文男：本誌，**23**，260 (1957).
4) 富山哲夫・米　康夫・井出克己：本誌，**16**，532 (1951).
5) 福田博業：本誌，**23**，486；490 (1957).

魚類筋肉の解糖作用に関する酵素学的研究—VI.

フォスフォグルコムターゼについて

永 山 文 男

(1961 年 10 月 5 日受理)

ENZYMATIC STUDIES ON THE GLYCOLYSIS IN FISH MUSCLE—VI. PHOSPHOGLUCOMUTASE

Fumio NAGAYAMA*

The author supposed previously that glucose-6-phosphate plays an important role in glycolysis as it is found in high level in the muscle of seabass. On the other hand, glucose-6-phosphate produces brown color by the reaction with amino acid. Therefore, glucose-6-phosphate in muscle is an important compound not only in physiology but in food processing.

The present paper deals with phosphoglucomutase which catalyses the reaction, G-1-P ⇌ G-6-P. Caudal muscle showed the highest activity of phosphoglucomutase and ventral muscle showed the lowest. Loss of the enzyme activity by the change of freshness of muscle was slow. After storage of 2 days at 25°C, 47% of the enzyme activity was found. Optimum temperature for the enzyme action was 45°C, and the activity was found to cover a wide range of temperature. The influence of the reagents such as urethane, CTC, nitrofurazone and sodium chloride on the enzyme were not so clear.

解糖反応においてはグリコーゲンから生じた G1P は，フォスフォグルコムターゼにより G6P に変えられ，さらに G6P は F6P になる。それぞれの反応平衡は次のようなものである： グリコーゲン ⇌ G1P, 78 (86) ⇌ 22 (14)[1]； G1P ⇌ G6P, 5.5 ⇌ 94.5[2]； G6P ⇌ F6P, 68 ⇌ 32[3]. したがつて筋肉中の G1P の量は常に少なく，G6P が蓄積されるような形になるのであるが，そのことは第 III 報[4] の分析結果にも明らかである。

また G6P は遊離グルコースの代謝においても最初の起点となるものである。G6P は構造上エステルとして遊離アルデヒドを保有するため，すでに報告したように[5]，加熱によりアミノ酸との間に褐変反応を起こす。したがつて G6P は生理学的に重要な意義を有するのみでなく，食品の加工においてもかなりの重要性をもつと考えなければならない。

本報では，G1P ⇌ G6P の反応を触媒するフォスフォグルコムターゼ（以下 PGM と略記）のいくつかの性質を明らかにした。

実験試料および方法

試料および酵素液 スズキの活魚を供試し，酵素液は第V報[6] と同様に 5 倍容冷蒸留水で抽出した。

酵素活力の測定 NAJJAR[2] の方法に準じて PGM 活力を測定した。すなわち pH 7.5, 30° において，G1P を基質として反応せしめ，その減少量を $\Delta_7 P$ の定量によつて求めた。

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. of Fish., Shiba Kaigandori 6, Minato-ku, Tokyo, Japan).

実験結果および考察

魚体の部位と酵素活力　前報[6]と同様に魚体を背，腹，尾の3部に別けて筋肉 PGM 活力を測定した。Table 1 に示すように，尾部筋肉が他の部分に比し大きな PGM 活力をもち，筋肉抽出液 1 ml 当り1分間に 7.68μM の G1P を G6P に変え，次いで背部筋肉抽出液が 5.58μM，腹部筋肉抽出液が 5.07μM の G1P を G6P に変えた。

Table 1. Variation of phosphoglucomutase activities due to the parts of muscle. The activity was determined at pH 7.5, 30°, and expressed as micromoles of G-1-P converted to G-6-P.

Part	Micromoles of converted G-6-P		
	per ml of extract	per mg of dry matter	per g of muscle
Dorsal	5.58	0.360	33.5
Ventral	5.07	0.317	30.4
Caudal	7.68	0.492	46.1

このような筋肉の部位による酵素活力の違いはフォストォリラーゼ活力についてみられた傾向と全く一致するもので，解糖反応が尾部の筋肉においてもつとも活発に行なわれることが推定される。

鮮度変化と酵素活力　筋肉を 25° の室温に放置して1日ごとに抽出液を調製し PGM の活力を測定し，Fig. 1 のような結果を得た。すなわち1日放置したスズキの筋肉は，刺殺直後の 75.5% の PGM 活力を示し，2日後なお 46.7% の活力が残存していた。

このことはフォスフォリラーゼ活力についてもみられたことで，鮮度の低下は PGM の活力を急速に失活させるものでなく，魚の死後も長時間にわたつて PGM の活力が保たれ，基質さえあれば G1P ⇌ G6P の反応が起こり得ると考えられる。したがつて PGM 活力も，フォスフォリラーゼの場合と同様に，魚肉の鮮度判定の尺度とはなり得ない。

反応温度の影響　種々の温度での反応度を比較すると Fig. 2 のように，45° でもつとも反応速度が大きく，30° の場合の約 3.3 倍に達した。30° の反応速度を 100 とすると，45° で 330，36.5° で 203，25° で 96，16° で 68，5° で 34 という値を示した。なお 55° においても 16° の場合と同程度の反応がみられた。

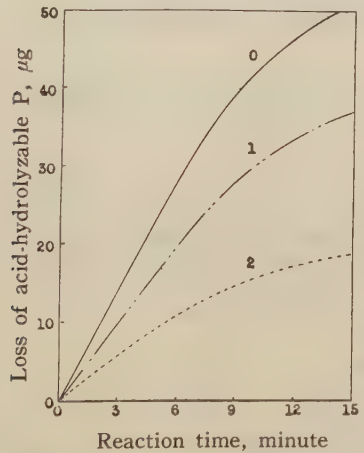


Fig. 1. Effect of storage on the muscle phosphoglucomutase of seabass.
0, fresh muscle; 1, muscle stored 1 day at 25C°; 2, stored 2 days at 25°C. The activity was expressed as micrograms of the decreasing acid hydrolyzable phosphate (G1P).

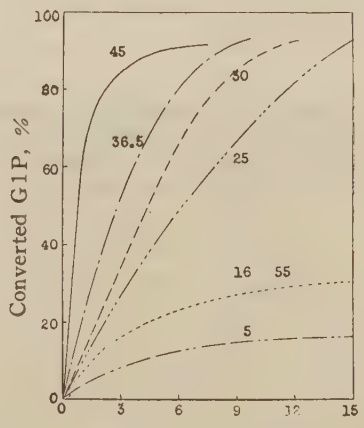


Fig. 2. Effect of temperature on the muscle phosphoglucomutase of seabass. Numerals represent temperature, °C.

この結果から，PGM の作用温度範囲がかなり広く，至適温度がよいにもかかわらず，低温においても反応を触媒すると考えられる。

すなわち G6P が生理的に重要な意味をもつものである点から，その合成分解に関与する PGM が環境に対して広い適応性をもつものであろう。したがつて，魚肉内の解糖反応を抑制するためには（少なくとも PGM の関与する反応抑制のためには）5° 以下に保たなければならない。

薬品の影響　前報[6]と同様に筋肉 PGM に対するウレタン，ニトロフラゾン，CTC，食塩等の影響をみると，Fig. 3 のように，0.1% ウレタンは PGM をわずかに賦活し，0.1% CTC と 0.25M 食塩は抑制作用を示し，0.024% ニトロフラゾンと 0.125M 食塩は明らかな影響を与えなかつた。

これを前報[6]のフォスフォリラーゼに対する薬品の影響を比較すると，全般に PGM に対する薬品の影響が少ない。すなわち PGM は温度だけでなくあらゆる環境に対する広い適応性，換言すれば強い抵抗性をもつものと思われる。

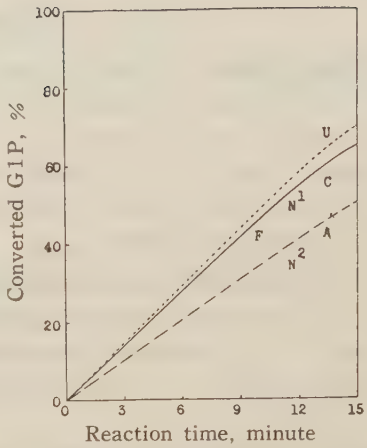


Fig. 3. Effect of reagents on the muscle phosphoglucomutase of seabass.
C, control; U, 0.1% urethane; A, 0.1% CTC; F, 0.024% nitrofurazone; N^1,- 0.125M NaCl; N^2, 0.25M NaCl.

要　　約

スズキ筋肉 PGM の活力は尾部にもつとも大きく，腹部に少なかつた。鮮度低下に伴なう失活は緩慢で，25° に 2 日放置しても 47% の活力が残存した。至適温度は 45° 付近であり，極めて広い温度範囲で作用が認められた。また，ウレタン，CTC，ニトロフラゾン，食塩等の薬品による影響も顕著でなかつた。

本実験にご指導賜わつた九州大学富山哲夫教授，東京水産大学小野豊樹教授，ならびに実験に協力された鈴木健氏に感謝の意を表する。

文　　献

1) C. F. Cori, G. T. Cori and A. A. Green: *J. Biol. Chem.*, **151**, 39 (1943).
2) V. A. Najjar: in "*Methods in Enzymology*" vol. I, p. 294, Academic Press, 1955.
3) M. W. Slein: *ibid.*, p. 304, 1955.
4) 永山文男: 本誌, **27**, 1014 (1961).
5) ————: 本誌, **27**, 158 (1961).
6) ————: 本誌, **27**, 1022 (1961).

魚類筋肉の解糖作用に関する酵素学的研究—Ⅶ.

フォスフォグルコース・イソメラーゼおよび乳酸脱水素酵素について

永 山 文 男

(1961 年 10 月 5 日受理)

ENZYMATIC STUDIES ON THE GLYCOLYSIS IN FISH MUSCLE—VII. PHOSPHOGLUCOSE ISOMERASE AND LACTIC DEHYDROGENASE

Fumio Nagayama*

Glucose-6-phosphate is converted to F-6-P reversibly by the action of phosphoglucose isomerase. These relating two hexose phosphates, G-6-P and F-6-P, cause the browning in the presence of amino acid[2].

In the present experiment, phosphoglucose isomerase activity of seabass was determined, and the relationships between the parts or the freshness of the muscle and the enzyme activity were investigated. Caudal muscle showed the highest enzyme activity, and the loss of the activity during the storage was slow as the case with phosphorylase and phosphoglucomutase.

This paper also deals with lactic dehydrogenase which catalyses the oxidoreductic reaction of lactate and pyruvate. Though lactic acid has been considered as a terminal product in glycolytic cycle, the level of lactic acid in muscle was found to be lower than those expected from the *post-mortem* decrease of glycogen. In this experiment, the *post mortem* loss of the activity of lactic dehydrogenase was very rapid in the muscle of seabass. Thus, it was suggested that glycogen in muscle decomposes without the accumulation of lactic acid.

前報[1]で G6P の生成に関与するフォスフォグルコムターゼ (PGM) について二，三の性質を明らかにしたが，G6P の生成に関与する解糖系酵素がもう一つある。それは G6P ⇌ F6P の反応を触媒するフォスフォグルコース・イソメラーゼ（以下 PGI と略記）である。そしてまた G6P と F6P はともにアミノ酸との間で褐変反応を起こす性質がある[2]。

本報では，スズキの筋肉 PGI 活力について，筋肉の部位および鮮度との関連性を検討した。

また，解糖反応系における末端生産物と考えられる乳酸の生成反応に関与する乳酸脱水素酵素（以下 LDH と略記）の活力について，PGI と同様な観察を行ない，乳酸生成機構の一端を明らかにしようとした。

実験材料および方法

酵素液 前報[1]までと同様にスズキの活魚を用い，5 倍容の冷蒸留水で筋肉から抽出した。

PGI 活力の測定 Slein[3]の方法に準じて測定した。すなわち pH 9.0 の Tris 緩衝液中で基質の G6P から生じた F6P をレゾルシノール法で比色定量した。なお反応温度は 30° とした。

LDH 活力の測定 Hilger Biochem Absorptiometer の比色管（径 1.5 cm）に Na-dichlorophenolindophenol の 3.5 mg% 水溶液を 1 ml, 0.5 M 乳酸ソーダを 1 ml, pH 7.0 の 0.1 M リン酸塩緩衝液 2 ml を入れ，メーターにセットし，酵素液 1 ml をピペットから素早く注加しストップウォッチを押す。30 秒ごとに 700 mμ の吸光度を読み，酵素活力は，反応開始後 1 分間に減少した吸光度で表わした。

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. of Fish., Shiba Kaigandori 6, Minato-ku, Tokyo, Japan).

実験結果および考察

I. フォスフォグルコース・イソメラーゼ (PGI)

魚体の部位と酵素活力　フォスフォリラーゼ[4]，PGM[1]等と同様に，PGI 活力も尾部筋肉にもつとも大きく，その抽出液 1 ml は 1 分間に 33.7μM の G6P を F6P に変えた。背部は腹部よりやや活力が小さいようであつた。しかしフォスフォリラーゼ，PGM の場合にくらべて魚体の部位による PGI 活力の差は僅少であつた (Table 1)。

鮮度変化と酵素活力　筋肉を 10～15° の室温に放置し，1 日ごとに PGI 活力を測定して Table 2 の結果を得た。これもフォスフォリラーゼおよび PGM について観察されたと全く同様に，鮮度の低下に伴う酵素活力の減少はきわめて緩慢であつて 2 日放置したものに刺殺直後の 86%，2 日放置のものに 55%，3 日目のものにも 16% の PGI 活力が認められた。

このことから，もし基質さえあれば，死後かなりの期間にわたつて，魚の筋肉内で G6P ⇌ F6P の反応が起こり得ると推定される。

Table 1. Variation of phosphoglucose isomerase activities due to the parts of muscle. The enzyme activity was determined at pH 9.0, 30°C, and expressed as micromoles of F-6-P formed from G-6-P.

Part	Micromoles of F-6-P formed		
	per ml of extract	per mg of dry matter	per g of muscle
Dorsal	29.0	1.78	174
Ventral	31.0	1.93	186
Caudal	33.7	2.16	202

Table 2. Effect of storage on the muscle phosphoglucose isomorase of seabass. Dorsal muscle was stored at 10～15°C.

Muscle	Micromoles of F-6-P formed		
	per ml of extract	per mg of dry matter	per g of muscle
Fresh	48.3	3.00	290
Stored 1 day	41.7	2.90	250
〃 2 days	26.7	2.05	148
〃 3 days	7.5	0.59	45

II. 乳酸脱水素酵素 (LDH)

魚体の部位と酵素活力　LDH はいままでに観察した 3 種の解糖酵素とはその性質が異なり，同じ解糖系に含まれてはいるが，酸化還元系酵素に属すべきもので，本実験の場合，用いた粗酵素液中に含まれる他の酸化還元酵素および内在するそれらの基質の干渉がきわめて大きいために，ここに測定された酵素活力が正確に LDH の活力を示すか否かについてはかなりの疑問がある。

魚体の部位別の LDH 活力をみると，Table 3 に示したように，基質を加えない実験の測定値で補正してみると尾部筋肉にやや大きな活力があるように思われるが，その値には，前述のような各種の誤差も含まれると考えられるので，筋肉部位による LDH 活力の差は明瞭ではない。

鮮度変化と酵素活力　25° の室温に放置した筋肉の LDH 活力変化をみると，Table 4 のように，他の解糖酵素よりも失活が急速に起こつた。このことは多くの酸化還元系の酵素についてみられる傾向であるが，測定法自体，前述のように誤差が大きいので，直接鮮度判定の尺度とするには難点が多いように思われる。

鮮度の低下に伴う乳酸の蓄積が，グリコーゲンの分解量に比しかなり少ないが[5]，死後のグリコーゲ

Table 3. Variation of lactic dehydrogenase activities due to the parts of muscle. The activity was determined at pH 7.0, 15°C.

Part	Decreased D_{700} per minute*		
	In the presence of lactate added	In the absence of lactate**	Difference
Dorsal	0.077	0.070	0.007
Ventral	0.074	0.073	0.001
Caudal	0.068	0.058	0.010

* Reaction mixture consisted of 1 ml of 3.5 mg% of Na-dichlorophenolindophenol, 1 ml of 0.5 M Na-lactate, 2 ml of 0.1 M phosphate buffer, pH 7.0, and 1 ml of the enzyme solution which was extracted from the muscle with 5 volumes of water.

** Endogeneous lactate might be contained.

Table 4. Effect of storage on the muscle lactic dehydrogenase of seabass. Dorsal muscle was stored at 25C°.

Muscle	Decreased D_{700} per minute		
	In the presence of lactate added	In the absence of lactate	Difference
Fresh	0.047	0.027	0.020
Stored 1 day	0.017	0	0.017
〃 2 days	0.014	0.010	0.004

生は起こり得ないものであろう。

ン分解反応が乳酸を蓄積するいわゆる解糖反応系にとどまるものでなく Krebs の回路のような分解経路をたどることが想定される。生体内においてはグリコーゲン ⇌ 乳酸の反応系は可逆性をもつものであるが，本実験の結果にみられるように，死後 LDH が急速に失活することは，乳酸が蓄積されることなく，焦性ブドウ酸から直ちに分解されるか，あるいはそれ以前の解糖中間体から分解経路に入ること可能性を示すものである。したがつて，解糖反応の初期の段階の酵素活力が残存してもグリコーゲンの再

要　　約

1. スズキ筋肉の PGI 活力は尾部にもつとも大きく腹部で小さかつた。また PGI の鮮度低下に伴う失活は比較的緩慢であつた。

2. 魚体の鮮度低下に伴う LDH の失活はきわめて急速であつた。

本実験にご指導賜わつた九州大学富山哲夫教授，東京水産大学小野豊樹数授，ならびに実験に協力された中井田浩，内田良の両氏に感謝の意を表する。

文　　献

1) 永山文男：本誌，**27**，1026 (1961).
2) ————：本誌，**27**，158 (1961).
3) M. W. SLEIN: in "*Methods in Enzymology*". Vol. I, p. 304, Academic Press, 1955.
4) 永山文男：本誌，**27**，1022 (1961).
5) ————：本誌，**27**，1014 (1961).

抄　　録

マスノスケの選抜飼育　L. R. DONALDSON and D. MENASVETA: *Trans. Am. Fish. Soc.*, **90** (2), 160-164 (1961). 1949年以来，孕卵数の多い系統をつくる目的で，Soos Creek から採捕したマスノスケについて選抜飼育を行なつた。ワシントン大学付属養魚池で卵をふ化し，一定の大きさになつた稚魚を脂びれを切断して放流した。放流は Puget Sound に通ずる Union 湖で行なつた。海で成熟した魚は，魚道で Union 湖と連絡している大学の飼育池へと回帰してきた。1952年度に放流した魚は，1955年に 48 尾（雄 40 尾，雌 8 尾）が帰つてきた。これらから採卵・ふ化した稚魚を他の群から分離して飼育し，1956年5月1～7日に 26240尾の稚魚を放流した。放流稚魚の大きさは，標準体長 6.67cm，体重 4.66g であつた。これら稚魚の回帰状態は次のようであつた。

回帰年	尾数	回帰率	性	平均尾叉長 (cm)
1956	52	0.2	♂	24.1
1957	227	0.87	♂	52.9
1958	277	1.67	♂	76.0
	161		♀	75.3
1959	30	0.51	♂	80.0
	105		♀	79.9
計	852	3.25		

孕卵数は，1958 年に回帰した3年魚では 2451～5460粒，平均 3975 粒（108尾），1959年回帰の4年魚では 2010～5700 粒，平均 4171 粒（89尾）であつた。尾叉長（X cm）と孕卵数（Y 粒）との関係は，$\log Y = 0.3756 + 1.706 \log X$ で表わされた。孕卵数は，同一尾叉長に対してもばらつきが大きかつたがこのことは今後選抜飼育によつて孕卵数の多い系統をつくりうることを示している。（野村　稔）

淡水魚の排泄について I.　PORA, A. E, O. PRECOOP: *Vapros Ikhtiol.*, **14**, 119-138 (1960). ある限界で水量が減少すると魚が分泌する窒素代謝の産生物の量に悪影響をおよぼす。これを体重：水量（O/B）で示すと，2 才コイで 14，フナで 10，カワヤツメウナギで 21 以下のときである。少量の水の悪影響は鰓を通して増加した環境水中の代謝産物の濃度が代謝機能を減じ，分解産物によつて組織の中毒を引き起こすことによつて明らかである。鰓，腎による窒素代謝分泌の強さ O/B はの値が少なければそれだけ低い。%で示すとアンモニヤ態窒素は O/B が少なければそれだけ大きい。鰓によつて分泌される窒素の%は O/B の低下にともなつて減少する。尿中の窒素と塩化物の濃度は O/B が少なければそれだけ少ない。自家中毒の影響は血中の残留窒素の増加と酸素消費の減少においてあらわれる。中毒は環境水中の窒素自身の産生物の増加している濃度の影響下で血中の窒素代謝産物の停滞の結果起こる。水温19°C でコイの窒素代謝産物の正常な分泌の大きさは一昼夜で窒素の全量は 348mg/1 kg；その 90 %が鰓から，10%が腎によつて分泌される；尿の分泌は1時間 7.1cm³/1kg；塩化物の腎の分泌は 24 時間で 65mg/1kg である。（佐野徳夫）

ウニの成長　E.F. SWAN: *Biol. Bull.*, **120**(3), 420-427 1961. ホクヨウバフンウニ *Strongylocentrotus droebachiensis* の成長を知るために，1958 年 6 月1日と3日，殻長分布のモード 8～10，24～26，40～42，50～52mm の個体を採集し，籠に入れて干潮時水深 45cm のところにしずめた。飼育期間中餌としてコンブ科の海藻（*Laminaria digitata* など）を 6～8 日ごとに与えた。1 年後の1959年6月3日にとりあげ，ホルマリン固定して 24 時間後に室温で乾燥し，ブラシで棘を取り除いて殻長をノギスで計つた。その結果，それぞれのモードが 27.5 ± 2.2，40.2 ± 2.8，49.8 ± 2.1，55.5 ± 1.7 mm に成長することがわかつた。また，1953 年6月29日に殻径 0.5～1.5mm の小さいウニを多数採集したが，これはその年に生れた個体群と考えられるので，結局，ホクヨウバフンウニは0年 0.5～1.5，1年8～10，2 年 24～26，3年 40～42，4年 46～54（?）mm に成長すると考えられる。この推定はこれまで行なわれてきた他の研究結果とほぼ一致する。

また，*Strongylocentrotus* 属のウニの成長を比較するために大型のコンブ科の海藻 *Nereocystis luetkeana* を与えて飼育した結果，ハリナガバフンウニ *S. franciscanus* の小さいものはホクヨウバフンウニより成長が早く，*S. purpuratus* はアカトゲバフンウニ *S. echinoides* より成長が遅いことがわかつた。（田中二良）

ウニに寄生する繊毛虫　C. D. BEERS: *Biol. Bull.*, **121** (1), 69-81 (1961). ホクヨウバフンウニ *Strongylocentrotus dröbachiensis* の消化管に寄生する繊毛虫は 7 種が知られているが，*Entodiscus borealis*, *Madsenia indomita*, *Biggaria gracilis* の 3 種は全毛目に属し，ウニ類だけに寄生するが，遊泳性かどうかわかつていない。1960年夏メイン州 Mt. DESERT IS. でホクヨウバフンウニ 152 個を採集し，寄生している繊毛虫3種を年令別にしらべた。その結果，1.5 才のウニ（殻径 8～14 mm）にはほとんど寄生してなく，寄生していても分割していない。ウニが発生後3年目の夏（2.5 才殻径 15～23mm）になると急激に寄生し，それ以上の大きさのウニには繊毛虫が3種とも寄生していた。なかでも *B. gracilis* の寄生率は高く分割もさかんであるが，他の2種の寄生率は 3～8 % ぐらいである。*B. gracilis* はおもに直腸に，*E. borealis* は

胃に，*M. indomita* は腸に寄生していた。

E. borealis と *M. indomita* を純海水に入れておくと約48時間生きているが，96 時間後には全部死亡し，*B. gracilis* は 6～ 12 時間生きているが24時間後には全部死亡した。（田中二良）

水中から魚体内への C^{14} の浸透と魚体中におけるその分布 I.F. VELITISCHEWA: *Vopros. Phizio. Riib., Tom.*, **XLIV**, 23-36 (1961).

$NaHC^{14}O_3$ を用いる水槽実験によつて

1. 金属塩の形で水中に溶存する炭素は魚体内に浸透(吸収され)し，きわめて多様な有機物の構成にあずかる。放射性炭素は魚体内のあらゆる器官と組織中で発見された。

2. この浸透（吸収）が行なわれるおもな場所は鰓である。すなわち，鰓をとおして 92.7 %，皮膚をとおして 7.3 % という値が得られている。

3. 炭素の魚体内への浸透の強さは魚の成長段階と水中における炭酸塩の濃度と関係がある。

4. はじめに吸収される放射性炭素の大部分は比較的長時間魚体内に含まれている。

5. 餌の量が少ない場合には，水中溶存炭酸塩が魚体の有機物構成にあづかる割合が増える。

なお，実験に用いた魚種はコイと *Alburnus lucidus*(コイに類する魚)の一才魚 およびチョウザメの幼魚である。（榎本義正）

水中に溶存した種々の S^{35} 化合物の魚体内への浸透 I.V. SMELOWA: *Vopros. Phiziol. Riib., Tom* XLIV, 37—47 (1961) 放射性硫黄 S^{35} を使う水槽実験によつて，

1. 水中に溶解している鉱物態の硫黄を魚がその外囲水から体内にとりいれる量はきわめてわずかである。

2. 浸透（吸収）は皮膚と鰓から行なわれる。

3. 魚体内にとり入れられた硫黄はあらゆる器官や組織中に分布する。

4. チョウザメの幼魚と，コイの幼魚と二才魚とに対して亜硫酸ソーダは硫酸ソーダよりも多く吸収される。

5. チョウザメの二才魚では硫酸塩態の硫黄のほうが亜硫酸塩態の硫黄よりも多く吸収される。

6. 有機硫黄化合物（メチオニン，シスチン)は，チョウザメやコイの体内に無機態の硫黄に比べてきわめて多量に吸収される。

7. 不完全餌料（硫黄欠乏）で飼育された魚は完全餌料で飼育された魚よりも水中から多くの硫黄を吸収する。（榎本義正）

コイの血液学的指標に現われるコバルトの作用 L.K. FROLOWA: *Vopros. Phiziol. Riib., Tom.* **XLIV**, 48-59 (1961). 魚に対するコバルトの作用に関する 51 の文献（露→46，英→2，独→2，仏→1）について総述的に述べたのち，1956 年 10 月以降二回にわたつてコイの当才魚に餌料としてコバルトをあたえ，それが血液学上の知見に現われる変化を調べた結果を報告している。すなわち，コバルトがコイの形態学的構成に大きい作用をもつていることは確実である。生物体内にコバルトが導入されると赤血球量は増加し，またヘモグロビンの比較的含量も増える。これに反して白血球は減る。しかしながら，必要のさいに白血球を増大できるという生物の能力は抑制されない。白血球に対するコバルトの特別な作用は，喰作用のいちじるしい白血球(monocyteや同質異形のものを含む)の数を増加し，また分泌作用のある白血球を増加することである。こうしたことはすべてさまざまな病気に対する生物の抵抗力を増し，また魚の全般的な生理状態の改善に役立つものである。このようにしてコバルトを実際の水産業に応用することは，良質の養殖水産生物を得るためにも，冬にそなえての稚仔の飼育のためにも大きな意味を将来もつことになるであろう。（榎本義正）

lingcod 筋肉抽出液のリパーゼ活性 J.D. WOOD: *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37** (8), 937-943 (1959). 冷凍魚変敗の一つの原因と考えられる遊離脂肪酸の生成に対する筋肉酵素の影響を明らかにするため，lingcod 筋肉リパーゼの存在，性質について検討した。筋肉の水抽出液に $MgSO_4$ 添加後，沈澱物を再び水に溶かし，これを酵素液とし，種々の基質を添加して，ワールブルグ検圧計および中和滴定法によつて酵素活性を調べた。基質のうちで，monoglycerides, triglycerides についての酵素作用は明瞭であつたが，methylacetate と ethylacetate に対しては，その作用は非常に弱い。一方 trioctanion，オリーブ油，halibut, lingcod の肝油には全く作用しない。この基質に対する不活性の傾向は，反応液における基質の不溶性と関係があるらしく思われる。抽出液のリパーゼ活性は p-chloromercuribenzoate によつて僅か阻害され，ferricyanide, cyanide, azide によつては影響されないが，これらの阻害様式は小麦胚のリパーゼとは異なつている。至適 pH は 8.2 であり，その両側では急激に作用が低下する。水溶液状態では非常に不安定であるが，$-20°C$ に貯蔵すれば数週間活性は変わらない。上述の基質に対する作用は，筋肉酵素による遊離脂肪酸生成の可能性を示している。しかし phospholipase についても検討する必要がある。（尾藤方通）

筋肉内における氷結晶生成の様式 G. RAPATZ and B. LUYET: *Biodynamica*, **8** (162), 121-144 (1959). 筋肉組織に氷結晶が成長していく過程を知る目的で，筋肉液汁および単一筋繊維を二枚のカバーガラスの間に封じて，凍結状態におき，顕微鏡観察や写真撮影ができるように作られた特殊顕微鏡装置によつて種々な低温度での観察を行なつた。筋肉液汁の氷結の型としては，(1) 六角形状，(2) 不規則な樹枝状，(3) 永続性のない小球体の集合，(4) 再結晶化による雲状の4つがあり，ミオシン溶

液の場合と同じ型であつた。単一筋繊維では (3), (4) およびヤリ状の3三つの型が認められた。繊維の生物学的構造によつて相違するが，繊維方向への氷結の成長は速い。しかし横の方向へはその成長は妨げられ，約 20 分の1程度の速さである。また凍結温度，繊維横断面の氷結晶の数，氷結晶の直径，成長速度，筋繊維含水量とのそれぞれの関係についてもいくつかの傾向が示された。緩慢凍結では，大きな氷結晶により繊維構造は損傷をうけ，線条模様が消えるが，急速凍結では線条もなお明瞭に残つている。しかし両者とも解凍により再び吸水して，もとの構造に復帰する。 (尾藤方通)

凍結脱水法による組織切片の作成 J.P. CHANG and S.H. HORI: *J. Histochem. Cytochem.*, **9** (3), 292-300 (1961). 組織の薄片を凍結状態において脱水する組織切片作成法について述べられている。組織を 1～2mm の厚さに切り，液体窒素または液体窒素で冷却したイソペンタンにて凍結する。この凍結組織片を約 −15°C に調整してある薄片作成用装置 cryostat により 8～10 μ の厚さの薄片にする。次に魔法瓶内に，予めドライアイスで冷却されているアセトン含有の容器に，この薄片を移す。12時間以内に組織の脱水は完了する。次に薄片を載せガラス上にとり，酸化酵素を確認するような場合にはセロイジン包埋を必要とするが，普通にはそのまま空気乾燥後染色を行なう。この方法ではパラフィン包埋の必要がなく，載せガラス上に封入するまでの操作を 24 時間以内に終了することができる。得られた組織は細胞学的にも非常に勝れており，種々な酸化酵素，加水分解酵素，化学成分の存在を正確に証明することができた。特に在来の細胞化学的手段では保全し得なかつた酵素をも，この方法によつて保全し得た。再現性も高い。 (尾藤方通)

血清蛋白質による lipoxidase system の阻害 Z. PLACER, Z. SRABOCHOVA': *Biochim. Biophys. Acta*, **48**, 427-428 (1961). lipoxidase は不飽和脂肪酸の酸化機構に重要な役割をなし，また多くの器官に存在するにもかかわらず，あまり研究されていない。多くの動物の組織とか血液中の polyenoic fatty acid の酵素作用による酸化を研究中，血清が lipoxidation の有力な阻害剤として作用することを知つた。測定した範囲内では血清の阻害作用の強さは人がもつとも強く，rabbit, rat, golden hamster, pigeon の順に弱くなる。これら血清中の lipoxidase inhibitor (I) の特性についてより詳しく調べた結果，次のようなことを明らかにした。すなわち，I は自然のままの蛋白質であり，血清から albumin, γ-globulin を除いても阻害作用の程度はあまり変わらない。すなわち単離した人血清 albumin および γ-globulin は阻害作用が非常に少ないか，あるいは阻害作用が全くない。しかし α_2-globulin は阻害作用が非常に鋭敏である。I は沪紙電気泳動で α_2 および β-globulin に分かれた。なお，これらは 60°C 以上に熱すると阻害作用が急に減少し，また一方，pepsin あるいは chymotrypsin の作用で分解された。さらに I は植物 lipoxidase (大豆) の作用には影響しない。以上のごとき結果を得たが，I の生理学的作用はおそらく polyenoic fatty acid の輸送中血管内でのみ作用し，細胞内の metabolism には影響しない。

(清水千秋)

Maine 産イワシの栄養価—1. 化学成分の分析 B.E. PROCTOR, S.A. MILLER, S.A. GOLDBLITH, E.L. WICK, E.R. PARISER, G.M. SAPERS and M. SOLBERG: *Food Science*, **26** (3), 283-287 (1961). Maine 産イワシ油漬缶詰の栄養価を評価するため，まず蛋白，脂肪，無機物，ビタミン類などの化学成分を測定した。注入油をきつて除いたイワシは蛋白質，不飽和脂肪酸，フッ素，カルシウムなどに富んでいる。分析結果は次の通りである。Protein; 21.5-24.1%, Fat; 11.2-15.4%, Thiamine; 0.020-0.0376 mg (試料 100g に対して，以下同様), Riboflavin; 0.119-0.147mg, Niacin; 5.07-6.15mg, Pyridoxine; 0.233-0.242mg, Calcium; 0.398-0.540mg, Iron; 2.55-4.12mg, Chloride; 0.832-1.56%, Phosphorus; 0.866-0.942%, Fluorine; 4.34-4.65mg。なお，イワシの含油量はわずかながら増加し，それに伴なつて水分含量が減少しており，またイワシに含まれていた油の脂肪酸組成の分析結果からも，注入油の一部とイワシ油の一部とが互いに多少ではあるが入れ替つていることが認められた。 (小泉千秋)

鮮魚の品質判定 4. トロール漁獲のタラおよびハドックのトリメチルアミン量と官能判定の関係についての変動 C.H. CASTELL, M.F. ELSON and J.G. GILES: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **18** (3), 303-310 (1961). 1959年3月から1960年1月にわたつて，トロール漁獲後 6～9 日間船内氷蔵された大西洋産のタラとハドック 3170 尾 (そのうちタラは 1589 尾) について，官能判定とトリメチルアミン量の測定を実施し，その結果を両者の関係を求めた HOOGLAND の図式 (同誌 **15** (4) 729～748, 1958) に当てはめ，精度を確かめた。官能判定はフィレーの等級付けにかなり習熟している 2～3 人の研究所員によつて行ない，まつたく変敗の認められないものと，異臭が認められる初期腐敗の2等級に分けた。3170 尾全数についての官能判定とトリメチルアミン量との関係は HOOGLAND の図式とよく一致した。一方，タラとハドックについて別個に等級とトリメチルアミン量との関係を求めたところ，同じトリメチルアミン量においてハドックはタラよりも等級が劣つた。また季節によつても相違が認められ，夏期および漁期の終期の魚は春期の魚より，同じトリメチンアミン量で低い等級を示した。

(尾藤方通)

死後硬直に関連した魚肉の生化学的変化 N. To-

MLINSON, E.S. ARNOLD, E. BOBERTS and S.E. GEIGER: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **18** (3), 321-336 (1961). 致死前の魚体の疲労の程度およびその後の貯蔵温度が，魚の死後硬直，筋肉の乳酸生成，酸可溶性燐酸区の変化におよぼす影響を検討した。試料として捕獲後水槽で飼育したニジマス，ヒラメおよび刺網，引網によつて捕獲したベニサケを用い，即殺の他，致死前に激動(水中)，苦悶（空気中）の処理を行ない，気温と砕氷中に放置した。死後硬直に対する処理方法の影響については，既報の多くの結論と同様に，魚の疲労の程度が大きく，貯蔵温度が高いほど硬直は早く始まり，持続時間も短かかつた。モリブデン酸—遊離燐酸（主としてクレアチン燐酸）は，一部の魚で死後短時間内に増減が認められ，その後硬直の進行とともに減少した。酸—遊離燐酸（主として ATP）は，モリブデン酸遊離燐酸よりもおくれて減少し，この減少の過程において死後硬直が完了した。しかし，硬直が完了したときも，この区分の燐酸は筋肉中より完全に消失しなかつた。

硬直開始時の筋肉中酸—遊離燐酸量は，氷蔵の場合より 20°C 貯蔵のほうが高い傾向を示した。また硬直完了時における乳酸生成量は氷蔵の場合に少ないことを認め，最大硬直の保持時間が乳酸生成の経続時間に比例すると帰納した。（尾藤方通）

カサゴの毒腺の毒蛋白—Scorpamin E. MIRANDA and S. LISSITZKY: *Nature*, **190**, 443-444 (1961). 北アフリカ産の *Androctonus australis*（I）および *Buthus occitanus*（II）の毒を 0.9% 食塩水で抽出し，低温におけるアセトン分画法 Amberlite CG-50 によるクロマトグラフィーおよびデキストラン-ゲルによる沪過などの操作によつて精製を行なうと，I，II 両種においてともに 2 種の毒蛋白が得られ，種名に因んで scorpamins と命名された。2 種の毒蛋白はそれぞれ全毒性の半ばを占めており，クロマトグラフィー，電気泳動，超遠心分離の点で均一であつた。毒蛋白の抽出には毒腺より射出せしめ乾燥した毒素を用いるのが良く，収量は 30 %であつた。また LD 50 の値と 280mμ における透光度との比を比活性と定めるとき，各毒蛋白の比活性，分子吸光係数およびマウスの呈する症状は非常に類似している。IIの毒蛋白の分子量は 12,000 で，すべての毒蛋白の等電点は 8.5 であつた。scorpamins は神経毒であり，分子量が小で，貯蔵や変性に対する抵抗性が非常に大きいことが特徴である。（安元　健）

Bacillus licheniformis の protoplasts による Bacitracin の形成 J.E. SNOKE: *J. Bact.*, **80** (6), 986-989 (1960). Bacitracin は polypeptide であり，*B. licheniformis* あるいは *B. subtilis* によつて形成される抗性物質である。この intact cell による本物質の形成については，すでに報告されているが，より簡単な条件での検討がさらに望ましい。そこで，*B. licheniformis* の protoplasts を用いて検討を加えた。本細菌は 2.0M の sucrose の存在下で lysozyme を 60 分作用（常温）させると，cell wall が除かれ，円形の protoplasts となる。このものは，滲透圧に鋭敏であるが，十分に Bacitracin を形成する作用を有する。しかし，sucrose を除いてしまうと破壊され，その形成能を消失する。こうして得た protoplasts を sucrose, Tris buffer, $MgSO_4$, glucose を含む培地で培養し，Bacitracin の形成について，種々の条件を検討した。まず PH であるが，8.0 に最適 PH がある。これが Bacitracin の合成反応に直接関係しているのか，あるいはアミノ酸の protoplasts へのとり入れ方に関係しているのか判らない。Bacitracin の形成速度は protoplasts の濃度と平行し，その形成能は 0°C なら 8 時間程度安定である。アミノ酸では，leucine, isoleucine, histidine, asparagine, ornithine, cystine は Bacitracin 形成に促進的に作用し D-phenylalanine は阻害的に作用する。しかし，この阻害は L-phenylalanine を加えることにより消失する。また glucose は促進的作用を示す。

（内山　均）

Leuconostoc 属検出の選択培地 J.V. MAYEUX and A.R. COLMER: J. Bact., **80** (6), 1009-1011 (1960). 粗製砂糖に分布し，粘質性物質を形成する細菌は，主として *Leuconostoc mesenteroides* に起因する。この細菌は，McCleskey の培地，すなわち，tryptone 10 g, yeast extract 5 g, sucrose 100 g, 寒天 20 g を水 1000 ml に溶解したものによく生育する。しかし Leuconostoc 属を土壌より分離するさい，粘質性物質を形成する種々の桿菌や *Aerobacter aerogenes* などが生育して，上述の培地では，Leuconostoc 属自身の検出が困難である。だが，これは，つぎのような選択培地を用いることで解決される。1 %の殺菌した Sodium azide を 0.0005%になるように，上述の Sucrose 培地に加える。Leuconostoc 属の生育は azide により抑制されず，2 日以内に特異的な粘稠性集落をつくるが，他の菌の生育は阻害される。この場合 0.0005 %の Sodium azide では，培養後 3~4 日目に多少，他の菌も生育してくる。また，0.03%に濃度を高めると，Leuconostoc 属の集落形成は，5 日目くらいに現われ，多少その形成がおくれる。本文には，本方法を用いて検出した Leuconostoc 属の集落形成を数枚の写真で比較し，説明してある。（内山　均）

雑　　録

○理 事 会

1. 開催日　昭和 36 年 10 月 10 日（火）午後 2 時
2. 場　所　東京水産大学大会議室
3. 出席者　田内会長以下 12 名
4. 議　題
   1. 欧文誌統合問題懇談会の申入れについては，その趣旨には賛成であるが，本学会では欧文誌を発行していないので，特別な意見はなかつた。
   2. 文部省刊行補助金を受けるについて，本学会誌が責任頁数を確保するように編集会議で検討することにした。
   3. F.A.O. 照会事項については目下検討中の旨回答する。回答事項は安藤理事を主務としてとりまとめる。
   4. 文部省化学学術用語（水産学関係）は東大 日比谷京氏を委員長として委員会を作り検討する。
   5. 事務職員の給与その他に関しては，会計理事(正)・(副)の下で検討し支払規定を作る。
   6. 昭和 37 年度年会は 4 月 2 日～6 日東京水産大学で開催する旨大島関東支部長より報告された。
   7. 井上渉外理事が海鷹丸乗船のため，その期間小池篤氏が代理することが承認された。
   8. 入会承認　普通会員　7 名
      外国会員　2 名

○編集会議

日　時　昭和 36 年 10 月 10 日
場　所　東京水産大学大会議室
出席者　編集長以下　9 名
議　事
1. 学会賞受賞論文の講演内容の掲載の件
2. 投稿原稿の増加を促す方法に関する検討
3. その他編集上の諸報告について

○評議員会

開催日　昭和 36 年 10 月 18 日（水）12 時
場　所　鹿児島大学学生会館集会室
出席者　関根副会長以下　21 名
　　議長　松井佳一氏
議　題
1. 文部省研究成果刊行費補助金交付額が 25 万円と決定されたので，これを報告し，予算を修正することが認められた。
2. 渉外理事井上実氏の海鷹丸乗船不在中の代理を小池篤氏とすることを報告し，認められた。
3. 日本学術会議員 森高次郎氏より最近の報告があつた。
4. 業界研究連絡準備委員会 小野委員長より経過報告があつた。
5. 文部省化学学術用語委員会 日比谷委員長より報告があつた。
6. 海洋学特別委員会の経過について本多庶務理事より報告があつた。

7. 現在の学会賞は一般および化学の二部門に限られているが，優秀な論文が多いので，さらに種類を増したらどうかについて富山哲夫氏より意見が提出され，次回評議員会の宿題として持ち来された。
8. 本会誌を特許庁に学術雑誌としての登録を申請するように富山哲夫氏より意見が出された。

○日本水産学会中国四国支部大会

日　時　昭和 36 年 10 月 16 日午前 10 時 30 分より
場　所　水産講習所図書館ゼミナール室

1. ベーリング海北東部水域（1961年6月）におけるプランクトンの分布について　鶴田新生(水講)
2. ベーリング海北東部水域で行なつたトロール漁業試験結果について　鶴田新生・平野　修・片岡昭吉（水講）
3. 北洋における以西底曳船の一網あたりの漁獲量の分布型の推定　前田　弘（水講）
4. 東支那海における延縄にかかつたサメ類の分布　前田　弘（水講）
5. 灯下の一本釣でイカの釣れた時刻の分布型と漁獲との関係　前田　弘（水講）
6. テングサおよびフノリの胞子放出におよぼす光の周期について　松井敏夫（水講）
7. あみくさ Ceramium boydenii より寒天の製造について　小島良夫・田川昭治（水講）
8. 海底泥土中における還元状態発達の過程について　畑　幸彦（水講）
9. 海底泥土中の微生物代謝におよぼす各種環境要因の影響　畑　幸彦（水講）
10. 醱酵工場廃水による浅海底質の汚濁について　赤築敬一郎（水講）
11. 海水および石灰乳添加による有機性工場廃水の凝集沈澱処理について　赤築敬一郎（水講）
12. 油糅法の検討（その八）
    (1)　給熱方法　　(2)　日射の影響　　松沢定五郎（水講）

会　　告

文部省編［学術用語集化学編］の増訂に関する提案の公募について

文部省学術奨励審議会
学術用語分科審議会
化学用語専門部会

文部省編「学術用語集化学編」の初版が刊行されてから6年を経過しましたので，今回改訂増・補されることとなりました。ついては，各学協会誌を通じて広く会員各位から本書の増訂に関する御希望，御意見を承りたいと思いますので御応募ください。

I．改訂すべて用語

本書に収載する用語のうち，次の事項についてお気付きの点を御指摘ください。

（ア）御使用いただいて具合が悪く，修正を希望するもの
（イ）時代の変遷にともない廃止すべきもの
（ウ）他の「学術用語集」との間で，同じ概念の用語に対して表記が異なり，調整すべきもの

II．増補すべき用語

次の事項に御留意のうえ，御提案ください。

（ア）反意語・類語が脱落し，均衡上補足すべきもの
（イ）純粋化学の領域においては，基礎用語で洩れたもの

（ウ） 応用化学の各領域においては，標準化の必要性が高く，当該の専門領域以外の科学技術者も心得うべき一般性のあるもの
（特殊な領域で，特定な意味で使う用語は，その専門領域を注記する）

III. 提 案 方 法

次に掲げるところによつて，御提案ください。

（ア） 提案の様式 （用紙 B 5 版）

「学 術 用 語 集 化 学 編」の増訂に関する意見

所属学会名:
住　　所:
氏　　名:

〔I〕 改 訂

現 行 用 語	改　訂　案	備 考（読み方，意味など）

〔II〕 増 補

用　語　案	対応する外国語	備 考（読み方，意味など）

〔III〕 その他の意見

（イ） 提案受理期間　昭和 37 年 3 月 31 日まで

（ウ） 提 出 先　東京都港区芝海岸通六丁目
東 京 水 産 大 学 内
日 本 水 産 学 会

PERIODICALS

Acta Hydrobiologica. Krakow. Vol. 3. Fasc. 2-3. 1961.

Annales. Sciences Zoologique. Musee Royal de l'Afrique Centrale. Tervuren. Belgique. No. 96. 97. 1961.

Annual Report. Dept. Commerce and Industries. Union of South Africa. Thirtieth. 1961.

Bamidgeh (Bulletin of Fish Culture in Israel). Vol. 13. No. 1. 2. 1961.

Bulletin of the British Museum (Natural History). Zoology. Vol. 7. No. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 1961.

Bulletin of the Florida State Museum. Gainesville. Vol. 5. No. 7. 1961. Vol. 6. No. 1. 1961.

Chesapeake Science. Solomons. Maryland. Vol. 2. No. 1-2. 1961.

Commercial Fisheries Abstract. Vol. 14. No. 10. 1961.

Commercial Fisheries Review. Vol. 23. No. 8. 1961.

Fishery Leaflet. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, D.C. No. 293 Revised August 1961.

Il Giornale della Pesca. Rome. Anno XI. No. 13. 14. 1961.

Investigational Report. Marine Research Laboratory. South West Africa. No. 2. 1961.

Iowa State Journal of Science. Vol. 35. No. 2. 1960.

List of Accessions to the Library. Science Museum Library. London. Nos. 1588. 1589. 1590. 1591.

Memoranda societatis pro fauna et flora fenica. Helsingforsiae. 36. 1959-1960.

Report. Fishery Board of Sweden. Series Hydrography. Göteburg. No. 12. 1961.

Tidsskrift for Hermetikindustri. Stavanger. Norway. Aargang 47. Nr. 9. 1961.

Tulane Studies in Zoology. New Orleans. Vol. 8. No. 6. 1961.

Worl Fisheries Abstract. F.A.O. Rome. Vol. 11. No. 6. 1960.

Журнал общей биологии. Tome XII. No. 4. 1961.

REPRINTS

BANKS, A., EDDIE, E. and SMITH, J.G.M. (1961) Reactions of Cytochrome-with Methyl Linolate Hydroperoxide. Nature. Vol. 190. No. 4779. pp. 908-909.

DE SILVA, P. H. D. H. and KABATA, Z. (1961) A new genus and species of leech parasitic on *Drepanopsetta platessoides* (MALM) the long rough dab. Proc. Zool. Soc. Lond. Vol. 136. Part 3. pp. 331-341.

FRASER, J. H. (1961) The survival of larval fish in the northern North Sea according to the quality of the sea water. J. mar. biol. Ass. U. K. Vol. 41. pp. 305-312.

JONES, N. R. (1961) Flavor chemistry symposium. Campbell Soup Company. Camden. New Jersey. pp. 21.

LUCAS, C. E. (1961) On the significance of external metabolites in ecology. Symposia of the Society for Experimental Biology. Number XV. Mechanisms in Biological Competition. Great Britain.

MAS, R. J. B. (1961) Segunda pesca exploratoria y datos biologicos de la langosta *Panulirus argus* en Cuba. Centro de investigaciones pesqueras. No. 12. pp. 66.

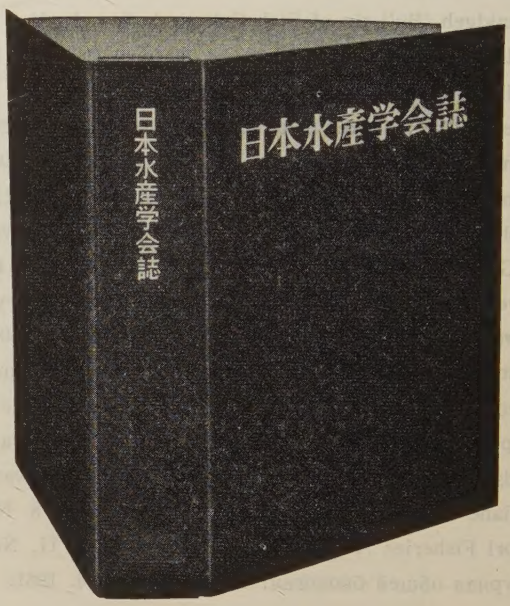
OLLEY, J. (1961) Pyrethrum in the Fish Meal Industry. Pyrethrum Post. Vol. 6. No. 1.

SPENCER, R. (1961) Chitinoclastic Activity in the Luminous Bacteria. Nature. Vol. 190. No. 4779. pp. 938.

STOREY, R. M. (1960) Smoke density integrator. British Journal of Applied Physics. Vol. 11. pp. 509-512.

UNITED STATES FISH and WILDLIFE SERVICE. (1961) The groundfish industries of New England and Canada. U. S. Fish and Wildlife Service. Circular 121. pp. 187.

会誌 論文集 合本用ファイル (B5判) 実費頒布御通知



水産学会誌1年分を簡単に製本出来る。

冊誌を傷めず保存できる。

穴をあげず，糊も使わず合本出来る。

中の何れでも取外しが簡易。

頒価　厚さ 4.5 cm　¥ 120

〃　6 0 cm　¥ 130

1冊　〒 ¥ 50

御希望の向は代金を添え日本水産学会事務局へ御申越下さい。

○学会所定原稿用紙 価格送料共　金 120 円

但し掲載カード送付御希望の際は重量超過のため5枚ごとに 10 円ずつ追加となります。

昭和三十六年十一月二十日 印刷
昭和三十六年十一月二十五日 発行
第二十七巻 第十一号
本号定価 150 円
(送料別)

編集兼発行者 大島泰雄
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内

発行所 日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内
振替口座 東京 59529番
電話 (451) 2200番

印刷者 笠井康頼

印刷所 株式会社 国際文献印刷社

発売所 株式会社 国際文献印刷社
東京都新宿区山吹町184
電話 (341) 7446・9635